



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الأولى من السنة السادسة عشر

١٢٨

محاضرة

عن الرى فى بلاد التوبة

لمحاضرة الاستاذ يوسف سعد

مدير الأعمال بتفتيش تحويل الحياض

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ١٢ ديسمبر سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء .
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شينى) ويرسل رسمها .

الرى فى النوبة

مقدمة

قد يكون من المفيد قبل التكلم عن أعمال الرى فى بلاد النوبة أن أحدثكم قليلا عن جغرافية هذه البلاد الغير المطروقة للكثيرين منا وعن تاريخها وعادات أهلها وأنواع الزراعات التى تجود فيها وغير ذلك .

جغرافيتها

يطلق اسم بلاد النوبة على المنطقة الواقعة بين الشلال الأول عند خط عرض ٥٤° ومدينة مروي عند خط عرض ١٨° وتنقسم إلى قسمين : نوبيا العليا وهى الجنوبية ونوبيا السفلى وهى الشمالية — ويفصلهما مدينة حلفا .

والحدود السياسية الجنوبية للبلاد المصرية تمتد حتى مدينة حلفا أما الحدود الإدارية فتتقف عند الخط المائل بين ناحيتى فرس وادندان عند الكيلومتر ٣١٠ جنوبى خزان أسوان — أما الوادى المنحصر بين هذا الخط عند ٣١٠ ك ومدينة حلفا ٣٤٥ ك فتابع إداريا للحكومة السودانية — وسيكون حديثى الليلة عن الرى فى بلاد النوبة التابعة إداريا للحكومة المصرية حتى ٣١٠ ك فقط (رسم ١) .

الناحية التاريخية

كانت علاقة النوبيين منذ القدم وثيقة بملوك الأسرة السادسة

المصرية (أى منذ سنة ٢٥٠٠ قبل الميلاد) إذ كان هؤلاء الملوك يستخدمون النوبيين كرسل لترويج تجارتهم بين سكان أعالي النيل وجلب ما يحتاجون إليه من السودان كالمعادن والعطور وغيرها — ولم يتم فتح بلاد النوبة إلا فى عهد الأسرة الثانية عشر (١٧٠٠ قبل الميلاد) وعندها كان الحد الجنوبي للبلاد المصرية بلدة سمنة بالقرب من الشلال الثانى وبعدئذ امتد نفوذ المصريين حتى بلدة نباتا القريبة من مروي بمديرية دنقلا — وأدجت تلك المناطق فى دائرة الاقليم الجنوبي للبلاد المصرية ونصب عليها حاكم سمي أمير كوش الملكى وفى هذا العصر ازدهرت بلاد النوبة وشيدت بها المعابد والمدائن خصوصا على الشاطئ الغربى للنهر الذى كان أكثر أمنا من جهة هجوم البدو الذين كانوا يفتدون من الصحراء الشرقية — ورغما عن أن المدنية المصرية كانت متسيطرة على تلك البلاد إلا أن الأهالى ظلوا متمسكين بلغاتهم الأصلية .

وكان عصر رمسيس الثانى بين سنة ١٢٩٢ وسنة ١٢٢٥ قبل الميلاد أزهى عصور تلك البلاد إذ أنه قام بتأسيس المعابد الكبيرة وأهمها معبد أبو سنبل العظيم وتعمد مجرى النهر والزراعة فى البلاد بعناية فائقة كما سيأتى بعد .

وبقيت بلاد النوبة تحت الحكم المصرى حتى سنة ١١٠٠ ق . م .

وعندما انضمحت الأسرة الحادية والعشرين قام أحد الاثيوبيين واستولى عليها وأسس ملكه فيها إلا أن مدنية تلك البلاد ظلت مصرية كما هى .

وفي سنة ٧٣٠ قام بيانخي الاثيوبي واجتاح البلاد المصرية وأسس الأسرة الخامسة والعشرين على عرش مصر غير أنه لم يمض قرن واحد أى في سنة ٦٣٣ ق . م حتى قام الأشوريون بإبعاد الاثيوبيين عن البلاد المصرية . أما النوبة فبقيت تحت حكم الاثيوبيين .

وبعدئذ أخذت المدنية المصرية في النوبة تضمحل واستبدلت اللغة المصرية بلغة مضطربة من خليط اللغات الميرويتيكية المحلية .

وهنا أسدل التاريخ ستارا على ما حل بملك البلاد حتى بدأ العهد المسيحي إذ أخذت البلاد النوبية تنقسم إلى إمارات صغيرة وعند ما انتشرت المسيحية في النوبة في القرن الرابع قلبت المعابد المصرية إلى كنائس كما يظهر بوضوح الآن في معبد السبوع حيث النقوش المصرية على جدران المعبد مغطاة بطبقة من البياض السميك ومرسوم عليها صور القديسين بالألوان .

وفي سنة ٦٤٠ ميلادية أدخل عمرو الاسلام في مصر وامتد نفوذه حتى دنقلة وفرض جزية على بلاد النوبة ولكن تلك البلاد في هذا العصر لم تتغير كثيراً عن ذى قبل .

وفي سنة ١١٧٣ استولى شمس الدولة أخ صلاح الدين على قلعة إبريم ودخل الإسلام تدريجياً في هذه البلاد .

وعند ما فتح السلطان سليم مصر في أوائل القرن السادس عشر استوطن بالقرب من قلعة إبريم طائفة من البوسنيين — وما زال بعض

أحفاد من اختلط معهم من النوبيين برباط المصاهرة موجودين للآن
بمركز الدريباهون بأصلهم ويعرفون بالكشاف — وببلدة الدرلهم جامع
أثرى وقصر قديم غمرهما الخزان المعلى أخيراً .

واستولى المماليك الذين فروا إلى النوبة على تلك البلاد سنة ١٨١٢ إلا
أنه في نفس السنة قام المغفور له إبراهيم باشا (بواسطة أخيه اسماعيل باشا)
بطردهم وهدم قلعة أبريم . ومن هذا العهد وبلاد النوبة الشمالية
تابعة لمصر .

وكانت مديرية النوبة قبل سنة ١٨٩٧ تحل محل مديرية اسوان الحالية
— ومركز الكنوز محل مركز الدرا الحالى وعاصمته بجهة الديوان الواقعة
بالبر الشرقى عند الكيلومتر ٢١٠ — وبعد التعلية الثانية أى منذ نوفمبر
سنة ١٩٣٣ انتقل المركز إلى عنيدة بالبر الغربى عند الكيلومتر ٢٣٥ حيث
بنيت المباني الحكومية الجديدة — وبذا استقر فى نفس المكان الذى
كان مقراً لحاكم النوبة فى عهد الأسرة السابعة عشر حتى الأسرة العشرين
وهو العهد الذى كان أزهى عصور هذه البلاد كما سبق القول .

عادات النوبيين ولغاتهم :

تنقسم هذه البلاد من حيث عادات الأهالى القاطنين فيها ولغاتهم
إلى ثلاثة أقسام يقطن فى كل قسم منها سكان يختلفون فى اللغة والعادات
عن الآخرين اختلافاً كلياً .

القسم الأول : منطقة الكنوز ويتفاهم أهلها بلغة خاصة تعرف

بالموتوكية وتمتد هذه المنطقة من الشلال حتى ك ١٤٥ عند بلدة المضيق وتشمل ١٧ بلدا منها ثلاثة بمركز اسوان والباقي بمركز الدر — وقد عرفوا بالكنوز نسبة الى حاكم يدعى الكنزى .

القسم الثانى : وادى العرب ويمتد من ١٤٥ ك حتى ١٨٣ ك وسكانه من قبيلة العقيلات النازحة من بلاد العرب وينطق أهلها بالعربية ولا يعرف أحد منهم الرطان النوبى — ويشمل أربعة بلاد فقط .

القسم الثالث : منطقة النوبة وتمتد من ١٨٣ ك حتى الحدود الجنوبية وتشمل ١٩ بلدا وينطق أهلها بلغة خاصة تعرف بالفيدىكية وتختلف اختلافا كبيرا عن لغة الكنوز .

واللغات النوبية لغات غير مكتوبة وقد بدأوا يكتبونها بحروف عربية بعد أن أخذوا يتعلمون اللغة العربية بالمدارس الإلزامية المنشأة فى بلادهم حديثا حيث لا يتكلمونها ولا كتبهم استعانوا بها فقط لكتابة لغتهم الأصلية .

وأهالى النوبة ميالون بطبيعة بلادهم ومناخها للراحة وعدم المقدرة على العمل الشاق — وهم يحرصون أشد الحرص على تقاليدهم وقوميتهم وقلمما تجد كنزيا مثلا يتزوج بمصرية أونوبية — كذلك فانه لا يطيب لهم العيش مهنيا قاسوا إلا فى بلادهم — فعند إنشاء الخزان وعند تعليته الأولى ثم الثانية كان يقيمون منازلهم فوق المستوى الجديد للخزان بدلا من التى ستغمر حتى صارت معظم مساكنهم الآن على قمم الجبال —

يندهش المرء عند ما يراهم قاطنين فيها بدون عمل فى معظم أوقات السنة عند ما يكون الخزان غامراً لأراضيهم الزراعية - فلا شئ أمامهم سوى الجبال الجرداء والسماء وماء الخزان .

ولقلة موارد أرزاقهم يهاجر منهم الرجال العاملون إلى الجهات البحرية سعياً وراء الرزق ولا يعودون إلا مدة الصيف لزراعة ما ينكشف من أراضيهم بعد انحسار مياه الخزان عنها ومن المدهش أنهم لا يذهبون لبلادهم إلا قبل الفيضان فى أواخر يولييه الذى تشتد فيه الحرارة حتى تصل إلى درجة ٥٠ سنتغراد ولا يحلو لهم زيارة بلادهم إلا فى هذا الوقت من السنة أما الأطفال والنساء فيندر أن ترى منهم من يغادر بلاده بل يبقون فيها حرصاً على تقاليدهم . والمار بهذه البلاد لا يجد من أهاليها إلا السيدات والأطفال والشيوخ وعدد سكان هذه المنطقة حسب تعداد سنة ٢٧ بلغ ٦١٣٩٦ منهم ٢١١٤١ من الذكور و٤٠٢٥٥ من الإناث وهذه نسبة لا توجد فى أى جهة من الجهات ويرجع السبب إلى أن معظم الذكور لا يقيمون فى هذه البلاد كما سبق القول . حتى أنه بعد ان قامت الحكومة بعمل مشروعات رى بتلك المناطق لم يتمكن النوبيون من الانتفاع بمياه المشروعات لعدم مقدرتهم على العمل واستقدموا بعض أهالى الصعيد لزراعة أراضيهم بحصة من المحصول لا تقل عن ثلاثة ارباعه للزارع والربع للمالك وعلى الأخير إحضار بذور التقاوى مع العلم بأن الرى بالراحة ولولا قدوم هؤلاء الصعايدة ما تمكن النوبيون من الانتفاع بمياه المشروعات .

ويعتنى النوبيون بالمظهر كثيرا فمنازلهم عبارة عن أسوار كبيرة تشغل

مساحات عظيمة فاذا دخلتها لا تجد إلا غرفة أو اثنتين داخل هذا الفضاء الكبير وعلى أبواب منازلهم يلصقون أطباق الصينى المزخرفة بكثرة ويتفننون فى كيفية وضعها بحيث تظهر قراهم على جانب عظيم من حسن الرونق والجمال (صورة ٢ و ٣ و ٤) .

المناطق الزراعية

المناطق الزراعية فى بلاد النوبة عبارة عن مساحات صغيرة منعزلة عن بعضها منشورة على طول الوادى فى مسافة ٣١٠ كيلو مترات تكونت بفعل الإطماء الطبيعى أو الصناعى والأخير بواسطة عمل الرؤوس الحجرية العظيمة التى يقول السير ولكوكس عنها فى كتابه الرى المصرى إنها عملت غالبا فى عهد رمسيس الثانى لغرضين : الأول لتكوين سواحل زراعية — والثانى لتهديب المجرى كى يبقى النهر جاريا تحت المعابد الكثيرة التى أسسها — كما هو مشاهد فى الرأس الصخرية العظيمة المبنية بأحجار منحوتة لتحويل مجرى النهر عند منحدر بالقرب من معبد جرف حسين عند ٩٠ ك قبلى الخزان .

وتكثر السواحل الزراعية فى البر الغربى للنهر والقليل منها فى البر الشرقى على نحو ما نرى فى الوجه القبلى حيث يلتحم مجرى النهر فى معظم طوله بالجبل الشرقى تاركا الأراضى الزراعية على يساره .

والمار فى بلاد النوبة تلفت نظره ظاهرة من الظواهر الطبيعية فاذا

ولى وجهه شطر الشرق شاهد الجبال الصخرية القائمة اللون — أما فى الجهة الغربية فيشاهد الصخور مكسوة بالرمال السافية من صحراء ليبيا بلونها الأصفر الذى ينعكس على أشعة الشمس عند غروبها فيحدث تلك المناظر الخلابة .

وعلى الصخور يظهر بجلاء خط مياه التخزين الذى يعتبر أضبط مستوى للمقارنة Datum (صورة ٥) وبواسطته عملت مباحث التعلية الثانية .

ومساحة الأراضى الزراعية ببلاد النوبة تبلغ ٣١٨٠٠ ف منها ١٧٠٠٠ ف ملك الأهالى والباقى أطيان حكومية معظمها بور — وهذا الإحصاء عمل قبل إجراءات ترع الملكية الخاصة بالتعلية الثانية .

قبل إتمام إنشاء خزان أسوان سنة ١٩٠٢ أى عندما كان النهر يجرى طبيعيا دون أن يتحكم فى مناسيبه أهد كانت حالة تلك البلاد الزراعية غير ما هى عليه اليوم — وكان معتاداً زراعة الأراضى العلوى مدار السنة بالرفع بواسطة السواقي المقامة على حافة النهر أو على آبار معين قديمة العهد — وتؤلف هياكل السواقي النوبية من تركيبة من الأشجار المحلية مربوطة ببعضها بأحبال الليف المستخرج من النخيل بدون استعمال المسامير مطلقا ولما كانت السواقي تقام فى الغالب على الجرف الواطى فيقيم النوبيون قنوات على شكل جفادات عالية لتوصيل المياه حتى الأراضى العالية — وتبنى هذه القنوات عادة من كسر الأحجار أو من الطين (الجالوص) الذى به يبنون منازلهم .

وتعمل بهذه الجفادات ثغرات للمرور يصير تمرير المياه فوقها بواسطة بدالات مصنوعة من نصف نخلة مجوفة وهكذا ترون أن أدواتهم كلها من الإنتاج المحلى ولا ضرورة تلجئهم لاستيراد شئ من الجهات الأخرى (صورة ٦ و ٧ و ٨) .

وتستخدم الأبقار فى إدارة السواقى وهى ضئيلة الأجسام بسبب شدة الحرارة وقلة المراعى ولا يستعمل الشادوف فى بلاد النوبة إلا نادراً بسبب عدم قدرة النوبيين على تشغيله كما سبق القول .

أما الجروف فتزرع زراعة شتوية وتعرف هناك بالسلوكة .

وبعد إنشاء الخزان وغمر بعض أراضى البلاد السبعة البحرية من المنطقة المنسوب ١٠٦ حرمت الأراضى المغمورة من الزراعة الشتوية والصيفية وفى الوقت نفسه قل مقدار الرفع للأراضى العلو وبذا تحسنت حالة السكان وزاد تعدادهم كما يتضح من المقارنة بين تعدادى سنة ١٨٩٧ وسنة ١٩٠٧ للسبعة بلاد التى تأثرت بمياه الخزان .

وبعد التعليق الأولى للمنسوب ١١٣ ثم إلى ١١٣ر٩٠ تغيرت حالة هذه السبعة بلاد البحرية وكذا التى تليها جنوباً حتى نهـاية الرمو الذى وصل إلى بلدة توشكى عند الكيلو متر ٢٤٥ فان المنطقة البحرية غمرت تماماً وحرمت من الزراعة الشتوية والصيفية ولم يتمكن أهلها من الانتفاع سوى بزراعة نيلية ضئيلة أما المنطقة التى تليها جنوباً حتى كروسكو عند الكيلو متر ١٨٥ فع أنها حرمت من الزراعة الشتوية إلا أنها تتمتع

بزراعتين صيفية ونيلية علاوة على ما استجد من الأراضى العلو وأمكن زراعته بسهولة من مياه الخزان العالية زراعة شتوية — أما المنطقة الجنوبية من مسافة الرمو حتى توشكى فلم يغمر بمياه الخزان منها سوى السواحل البسيطة أما باقى أراضيها الزراعية فقد تحسن حاله بسبب ارتفاع مياه الخزان وتقليل مدى الرفع وذلك فيما عدا منطقة غنيبة الواقعة عند ٢٢٥ ك فبسبب اتساع المنطقة ووجود حذب عال من الرمال السافية مجاور للنهر فان معظم مساحتها ظل بائراً اللهم إلا ما تيسر زراعته على الآبار المعين العديدة بهذه المنطقة وكان فى مقدور الأهالى القيام بزراعته — أما باقى زمام المركز فلم يتغير حاله .

وعقب التعليق الأولى فى سنة ١٩١٢ طالب النوبيون بتحسين حالتهم من الوجهة الزراعية وعمل مشروعات رى لهم أسوة بما يعمل بالبلاد البحرية لاسيما وأنهم ضحوا ما ضحوا فى سبيل نفع باقى سكان القطر المصرى .

وطرح هذا الموضوع على بساط البحث سنة ١٩١٣ بمعرفة حضرة صاحب المعالى محمد شفيق باشا الذى فحص أمر تسهيل الرى فى بلاد النوبة شخصياً فى إحدى رحلاته لمركز الدرو قدم عنها تقريره الذى يتلخص فى توصيته على إقامة ستة طامبات قطر ٢٤ بوصة لرى ٣٠٠٠ ف تكلف الحكومة نحو ٤٠٠٠٠ ج وتدار مع الصيانة بمبلغ ٦٠٠٠ ج سنوياً بنواحى غنيبة وتوشكى غرب وبلانة وأندان .

وفى سنة ١٩١٧ قام جناب المستر ايرلند مفتش عموم رى قبلى سابقاً

يفحص هذه المناطق شخصيا وقدم تقريره وبه يرى عدم صلاحية شيء من هذه المناطق لعمل مشروعات به اللهم إلا منطقة عنيبة التي يمكن عمل تسهيلات للرى بها رغم ما ينتظره من أنها سوف لا تكون منتجة لعدة سنوات وبني أساس تخوفه على خطورة الرمال السافية من الجبل الغربى وشبهه منطقة عنيبة بمنطقة وردان في الوجه البحرى واختتم تقريره بأنه يرى فى عمل مشروعات ببلاد النوبة مخاطرة من جانب الحكومة وفعلا قرر السير ما كدونالد وكيل الوزارة إذ ذاك عدم عمل شيء من هذا القبيل. غير أن الموضوع أثير مرة ثالثة سنة ١٩٢٤ بناء على شكاوى النوبيين وعملت مباحث منطقتى عنيبة وتوشكى غرب بمعرفة رى خامس وقد جاء بتقرير حضرة مفتش الرى ما يأتى « وقع اختيارنا على منطقتى عنيبة وتوشكى غرب فى بادىء الأمر لأنهما أصحح المناطق لإقامة مشروعات رى بهما على أننا نرى أنه إذا كان فى النية تنفيذ ذلك أن يبدأ أولا بتنفيذ المشروع بمنطقة عنيبة كتجربة لنجاح المشروع من عدمه إذ أنه ليس من المؤكد نجاح المشروع فى مثل هذه المناطق لقلة الأيدى العاملة من جهة ولسفى الرمال من جهة أخرى الخ . »

وحضر لمشروع هذه المنطقة مقايضة لرى ٢٠٠٠ ف بلغت قيمتها ٣١٠٠٠ ج . وإلى هذا الحد وقفت الحركة حتى أثير الموضوع مرة أخرى عقب التعليق الثانية للخزان تلك التعليق التى تناول تأثيرها بلاد النوبة الشمالية عن آخرها وغيرت حالها تغييرا يذكر كما يأتى : —

(١) المنطقة الواقعة بين الشلال وتوماس عند الكيلومتر ٢٠٠

حرمت من الزراعة الشتوية والصيفية حرمانا تاما وتتوقف نتيجة الزراعة النيلية على مدة انكشاف الأراضى فان طالت مدة الانكشاف أمكن الحصول على زراعة نيلية غير كاملة وإلا فزراعة نيلية غير ناضجة لاتصلح إلا لغذاء المواشى وهذه المدة كما لا يخفى تتوقف على حالة النهر وميعاد تفريغ الخزان فى فصل التحاريق وعلى تاريخ البدء بملء الخزان عقب الفيضان .

(٢) المنطقة الواقعة بين السكيلو متر ٢٠٠ والحدود السودانية فهذه تتمتع بزراعة نيلية كاملة وفى الجزء القبلى من هذه المنطقة الذى تنحسر عنه مياه الخزان مبكرة يمكن زراعة معظم أراضيه زراعة صيفية علاوة على الزراعة النيلية ويستثنى من هذه المنطقة البلاد التى عمل لها جسور واقية وهى أبو سنبل وبلانة وادندان فهذه لم يتغير حالها بل بالعكس قل مقدار الرفع لريها فقط يقاسى أهلوها بعض الصعوبات فى وقاية سواقيهم من فعل الأمواج الشديدة التى تحدث أثناء ركود المياه فى حوض الخزان ولا يخفى أن الأمواج فى هذا الوقت تكون أشد من الأمواج فى فترة الفيضان لأنه فى الحالة الأخيرة يقلل من حدتها سرعة جريان الماء .

وبالنسبة لضياع محصول البلح بعد التعلية الثانية وهو عماد ثروة هذه البلاد فكرت الحكومة فى مصير النوبيين ونظرت إلى الموضوع نظرة خاصة روعى فيها عامل مهم هو ضمان بقاء منطقة الخزان مأهولة بالسكان لأنها تكون جزءا لا يستهان به من طول وادى النيل بالقطر المصرى يقدر بنحو الخمس ومن العبث أن تتبع معهم الحكومة فى تعويضهم نفس

الطريقة المتبعة في تزرع الملكية للمشروعات العامة بأن يعطى للأهلين قيمة ما تلف منهم ثم تركهم وشأنهم لأن هذا معناه خراب هذه المناطق وتشتيت سكانها .

أقول إن الحكومة رأت تحسين حالة هذه البلاد وبقاءها عامرة مهما تكلفت من مصاريف زائدة وذلك بإقامة المنشآت الخاصة بالتعليم والمساجد والصحة والبوليس وعمل مشروعات لإيجاد مناطق زراعية جديدة فوق مستوى الخزان المعلى وتسهيل الري النيلي للأراضى التى تحت مستوى الخزان وزراعتها زراعة منتجة بعد انحسار مياه الخزان عنها .

أنواع الزراعة

مصدر إيراد أهالى هذه البلاد ويعتبر فى الوقت نفسه غذاءهم الرئيسى البلح — وقد بلغ عدد النخيل حسب الحصر الأخير نحو ١٠٤٠٠٠٠ راس نخلة من أنواع مختلفة أهمها وأجودها الأنواع الأربعة المعروفة بالقنديلة والبرتموده والبركاوى والسكوتى — ولا يوجد صنف خاض يعرف بالبلح الابريمى أما سبب هذه الشهرة فهو كثرة النخيل فى المنطقة التى حول بلدة أبريم عند الكيلومتر ٢٣٠ .

ومعظم هذا النخيل غمر أو على الأقل غمرت سيقانه لارتفاع كبير بمياه الخزان المعلى اللهم إلا ما كان داخل المساحة التى عمل لها جسور واقية فى الطرف القبلى لمركز الدر وستبقى هذه الكمية نواة لزراعة النخيل

بالنوبة — وقد لوحظ أن النخيل الذى لا تغمر المياه قمته لا ينقطع إنتاجه دفعة واحدة ولكن ثماره تنحط سنة بعد أخرى حتى ينتهى بها الأمر أخيراً إلى العدم — ولقد شوه النخيل فى العام الماضى بمنطقة توماس بوجود محصول لا يستهان به ولو أن سيقانه قد غمرت بارتفاع ستة أمتار إلا أن البلح نفسه قلت حلاوته وخف وزنه .

والنخيل فى بلاد النوبة مغروس فى الأراضى المنحطة كى تكون جذوره قريبة من المياه الجوفية — وتقع هذه المواطى غالباً بالقرب من الشاطئ .

أما أراضى العلو فتترك للزراعات الدورية الأخرى .

وقد لوحظ أيضاً فى زراعة النخيل عدم صلاحية الشتل الذى يؤخذ من نفس البلاد لذلك يستورد الشتل غالباً من السودان وتتكلف الشتلة الواحدة من ٢٥ إلى ٥٠ قرشا .

أما الزراعة الرئيسية ببلاد النوبة فهى الكشربجيج وهو نوع من اللوبيا ويزرع وينمو فى أى وقت من أوقات السنة فهى زراعة نيلية وشتوية وصيفية وكما أنه يستعمل لغذاء الأهالى بخلط حبوبه مع الذرة أو القمح أو بطبخ أوراقه كما يطبخ السبانخ فى مصر فانه يستعمل أيضاً علفا للمواشى أخضر كان أم مجففا .

يلى هذا النوع من الزراعة الخروع وهى زراعة تدوم على الأرض

سنة أو سنتين ولا يستفيد النوبيون منه إلا لدهان أجسام النساء وشعورهن من زيتة للوقاية من حرارة الجو .

أما الزراعات النيلية فالذرة الرفيعة (العويجة) والدخن السوداني — أما الزراعات الشتوية فأهمها الشعير والقمح والأخير يزرع في مساحات صغيرة — ولا تزرع الخضراوات بالنوبة إلا قليلا جداً .

وقد شاهدت في رحلتى الأخيرة لهذه البلاد منذ ثلاثة أسابيع انتشار زراعة جديدة هي زراعة الجورمة في الأراضى الرملية التى غمرت بمياه الخزان المعلى ثم انحسرت عنها المياه وهى مساحات واسعة خصوصاً فى الجهة الغربية وفى خور العلاقى وتعتبر هذه الزراعة نيلية ولو أنها لا تحتاج لمياه لريها وكذا لا تحتاج لكثير عناء بل يكفى بمجرد انكشاف الأراضى أن يبذر اللب فى الأرض بمعدل ٤ أو ٥ لبات فى كل حفرة على عمق من ٥ إلى ١٠ سنتيمترات وبين الحفرة والأخرى مسافة من متر إلى مترين ثم تترك حتى الحصاد ويكفى نصف كيلة لتقاوى الفدان الواحد ويبلغ محصول الفدان من ١٥ إلى ٢٠ أردبا ولا يخفى أن لب الجورمة يمكن استخراج الزيت منه ككل البذور ولا نعدام آلات استخراج الزيت من الجورمة فى الوقت الحالى فان أثمانه زهيدة جداً وليس له أسواق وياحبذا لو تنبه أحد أصحاب رؤوس الأموال الصغيرة لذلك بعد أن خلقت هذه الزراعة فى مساحات واسعة بعد تعلية الخزان التعلية الثانية — ولا يستفيد أهالى النوبة من هذا المحصول فى الوقت الحاضر إلا قليلا فانهم يقدمونه

لضيوفهم (بدلا عن القهوة عندنا) على صفحة من الخوص وبجواره الذرة العويجة المحمصنة (الفشار) مع قليل من البلح وهم يأكلون اللب غير مقشور كذلك فانهم بواسطة دق اللب ثم غليه في الماء يحصلون على قليل من الزيت الذى يطفو على وجه الماء .

هناك أيضاً زراعات تنمو بدون واسطة زارع أهمها الحنظل الذى يدخل فى بعض العقاقير الطبية وبذوره خفيفة رفيعة تذروها الرياح ويحملها الماء . كذلك يشاهد فى هذه البلاد بكثرة نبات العشار الذى به مادة سامة حتى للحيوانات وهى لا تقدم عليه بتماتا .

أما الأشجار التى تنمو فى هذه البلاد فمعظمها من السنط والأثل والدوم ومما يلاحظ أن زراعة الأشجار والنخيل تكثر فى البر الشرقى لأن البر الغربى معرض لسفى الرمال ووجودها يحدث كشبانا تشبه غرود الصحراء كما يشاهد فى منطقتى عنيزة وبلانة التى ترى بهما الأشجار مطمورة وسط أكوام عالية من الرمال وقد تحولت أخشابها وأوراقها إلى هشيم — ويستثنى من هذه القاعدة منطقة توماس الموجودة بالبر الغربى فان النخيل بها كثيف جداً وليس بها سافى رمال ويرجع السبب فى ذلك إلى أن المنطقة فى منحدر حاد تمتد من الشرق إلى الغرب بعكس باقى المناطق التى تتجه من الشمال إلى الجنوب (رسم ١) .

والنوبيون ليس لديهم أدوات زراعية تذكر فلا يوجد ببلاد النوبة محراث واحد وهم يفلحون أراضيهم بواسطة الفأس فقط وهى صغيرة

لا تكاد تزيد في حجمها عن قدوم النجار — كذلك فانهم يستعملون لوحاً خفيفاً يمسك بقصبته شخص ويجره آخر لترتيب الأحواض بالحقل ..

مناطق المشروعات

تنقسم مناطق مشروعات الري إلى قسمين : —

القسم الأول : المناطق الزراعية التي تحت مستوى الخزان المعلى وستغمرها المياه فترة من السنة ويمكن بواسطة عمل تسهيلات لريها ريا نيلياً بالطامبات أن تأتي بمحصول. يذكر خصوصاً بعد أن انعدمت وسائل ريها بعد الغمر — وقد اختيرت المناطق الخمس الآتية لعمل مشروعات بها وهي توماس في مساحة قدرها ٦٠٠ فداناً وعنديه بحرى في مساحة قدرها ٦٠٠ فداناً وعنديه قبلى في مساحة قدرها ٦٠٠ فداناً أخرى وتوشكى شرق في مساحة قدرها ٥٠٠ فداناً وتوشكى غرب في مساحة تبلغ ٧٠٠ فداناً .

وقد فضلت هذه المناطق عن غيرها بسبب صلاحيتها لعمل مشروعات بها من جهة وان مدة انكشافها تسمح بزراعة نيلية كاملة من جهة أخرى بالنسبة لارتفاع مناسيب أراضيها وذلك علاوة على أن أهلها فضلوا البقاء في بلادهم حين أخذ رأيهم.

وأنهم تأثروا بمشروع التعلية أكثر من غيرهم.
ومن تحصيل الحاصل أن أحدث أمثال حضراتكم
عن أعمال الري في هذه المناطق بالتفصيل لأن
المشروعات بها عبارة عن أعمال صغيرة جداً، فكل
ما عمل لكل منطقة ينحصر في بيارة للطرد ثم فرع
أو فرعين صغيرين يتحكمان في ري المنطقة حسب
مناسبتها والفروع مزودة بأفهام بنائية ومواسير
للتوزيع وقناطر حجز صغيرة.

ويلاحظ أن هذه الفروع والأعمال الصناعية تغمر
سنوياً بمياه الخزان لذلك وجب قبل إطلاق المياه في
السنة التالية أن يعمل لها الصيانة . وقد اتضح أن
مياه الخزان لا تحدث تأثيراً يذكر بها إذا ما أطلقت
المياه على المنطقة بانتظام بأن تفتح جميع مواسير
التوزيع والأفهام كي تستطرق المياه داخل الفروع
ووراءها وترتفع تدريجياً مع ارتفاع الخزان وبذا
لا تتعرض الجسور لضغط مائى من جانب واحد
يسبب بها قطوعاً خصوصاً في المواقع الرملية التي فيها
تعر التربة بمنخفضات .

القسم الثانى : وهو عبارة عن الأراضى الصحراوية الجديدة الواقعة

فوق مستوى الخزان . وقد اتجهت الفكرة في مبدأ الأمر إلى عمل مشروع بجهة خور العلاق في مساحة كبيرة تبلغ نحو ثلاثة آلاف فدان فأخذت عينة من تربة أرض هذه المنطقة لمعرفة صلاحيتها للزراعة وكانت نتيجة التحليل « أن تربة هذه الأرض بها كمية كبيرة من الطين تحتوى على نسبة كافية من الرمل الناعم والخشن لجعلها مسامية قابلة لنفاذ الماء بها » Permeable « ولو أن نسبة الأزوت فيها تعتبر قليلة إذا ما قورنت بكمية الموجود منه في أراضي الدلتا وعلى أى الأحوال فيمكن اعتبار هذه التربة قابلة للزراعة » .

فكانت هذه النتيجة من المشجعات على المضى في المشروع . وفى أواخر سنة ١٩٣١ قامت لجنة لفحص التربة بالمناطق الصحراوية المقترح استعمارها بوجه عام وتنحصر فيما يأتى :

العلاقى — عنيدة فوق منسوب ١٢٢ — توشكى
غرب فى المنبسط الواسع الذى حصلت به موقعة
ولد النجومى فى أغسطس سنة ١٨٨٩ ومناسيبه فوق
١٤٠ — ثم منطقة بلانة فوق ١٢٢ أيضاً .

وكانت نتيجة التحليلات الكيماوية الزراعية لهذه المناطق ما يأتي « يدل الفحص الذي أجرى في المناطق المختلفة المراد استعمارها على أنه يصح اعتبارها من الوجهة الزراعية محدودة القيمة . وهذا الرأي لا يدخل فيه أى حساب لإمكان القيام بالأعمال الهندسية اللازمة لاستصلاحها وريها ولا للنفقات التي تستلزمها هذه الأعمال — ويجب أن نذكر هنا أنه متى توفرت المياه فانه يمكن مع بذل مجهود صادق وعناية كافية ومع توالى السنين الحصول على شيء من النتيجة حتى من أخشن الأراضى الرملية التي وصفناها — ويصح أن تكون الأراضى الجبلية في شمال وجنوب توشكى غرب إذا نظرنا لطبيعة قريتها فقط — أنسب الأراضى للزراعة ولكن ليس لدينا معلومات عن كيف تكون هذه الأراضى متى خضعت لنظام الري وعلى أى حال فانها في كلتا المنطقتين تبعد عن مجرى النهر كثيراً — ولعل أصلح الأراضى التي تناولها الفحص هي الواقعة في جزء من وادى العلاقي الذي كثر فيه وجود التماسك في طبقات الرمل السطحية . وفي هذا الجزء من الوادى حيث يوجد الرمل ناعما بحيث يصح اعتباره صالحا للزراعة فإن

درجة نعومته ما زالت تستدعى مقادير كبيرة جداً
من المياه خصوصاً في زمن الصيف حتى تكفى حاجة
الحاصلات التي يحتمل أن تزرع فيها — زد على ذلك
أنه حتى بعد بضع سنوات عندما تتحسن حالة الرمال
فان ما تغله من المحصول لن يكون كبيراً جداً .

على ضوء هذه المعلومات استقر الرأي على عمل مشروعات رى
بمنطقة العلاق للرى الشتوى فقط في مساحة قدرها ٧٣٠ فداناً وفي منطقة
الدكة التي تشبه تربتها كثيراً منطقة العلاق في مساحة قدرها ٥٥٠ فداناً
للرى الدائم وفي بلانه للرى الدائم أيضاً في مساحة قدرها ٢٢٠٠ فداناً
وسنتكلم عن كل منطقة من هذه المناطق الثلاث على حدة
باختصار .

العلاق

عبارة عن واد كبير على يمين النهر كان في الغالب مصباً لنهر من
غرات السيول بدليل وجود خور منحط في الجهة القبلىة منه تنمو فيه
شجار الأثل — وتربة الأرض تتحسن كما توغلنا في الوادى شرقاً —
وفي بطن هذا الوادى طريق للقوافل الذاهبة لمناجم الذهب التي يستغلها
بعضهم في السنين الأخيرة والتي تبعد نحو ٧٠ كيلومتراً داخل الوادى .

قد كانت مباحث المشروع في مبدأ الأمر منصبة على رى نحو ثلاثة

آلاف فدان ريا مستديما تمتد حتى الكيلومتر الرابع عشر داخل الوادى — إلا أن معظم النوبيين رفضوا استثمار هذا الوادى لبعده عن مجرى النهر وفى الوقت نفسه اتضح أن تكاليف المشروع كبيرة جداً لأن بالمنطقة تجمعات وانخفاضات وارتفاعات عديدة وان تخطيط التربة الرئيسية يسير من مرتفع إلى منخفض ومن منطقة صخرية إلى منطقة صخرية متحللة صلبة أو إلى منطقة رملية سافية مما يزيد فى قيمة تكاليف المشروع رغم أن الأراضى الزراعية به محدودة القيمة من الوجهة الزراعية — ولكن بالنسبة لأن أهالى العلاقي كانوا النواة فى عدم الهجرة من هذه البلاد وأول المروجين للمشروع رأت الحكومة أن تنفذه ولكن على مقياس صغير بأن يكتفى بزمام قدره نحو ٧٣٠ فداناً بين كنتور ١٢٨ و ١٢٢ ويكون للرى الشتوى فقط إذ يكون مقدار الرفع قليلاً بسبب ارتفاع مياه الخزان .

أنشئ بالمشروع ترعة رئيسية واحدة طولها سبعة كيلو مترات واثني عشر فرعاً مجموع طولها خمسة كيلو مترات .

تمر التربة الرئيسية فى مبدئها بمنطقة صخرية منخطة وخوفا من حصول رشح إذا ما عملت لها جسور بأثرية من بين الطبقة الصخرية الأصلية والأتربة الحديثة خصوصاً وأن الأتربة السوداء تكاد تكون معدومة هناك لهذا اضطر الحال لبناء حائطين بطول نحو ٣٠٠ متراً — وبعد هذه المسافة عبرت التربة منخفضاً كبيراً عملت للجسور به بنا كيت

أربعة مع تكسية داخلية بالمونة وبعد هذا أخذت التربة تمر في أراض مختلفة الأنواع منها الرملى ومنها الحجرى ومنها ذات نوع خاص عبارة عن صخور منحلة يدعوها العامة « بلنفة » وقد كانت هذه الطبقة أصعب فى قطعها من الصخر — والطريقة المثلى لقطعها أن تغمر بالماء وتبقى مغمورة فترة من الزمن حتى تتفكك ثم تحفر طبقة بعد أخرى — ولكن أين لنا بالماء وهو يبعد بضعة كيلو مترات من محل العمل — وكان ينقل بالسيارات للأعمال الصناعية ولشرب العمال على مسافات كبيرة .

والطريقة التى استعملت فى قطع تلك الطبقات هى الديناميت بينما الصخر كان يقطع بالبارود العادى .

ولم تنتظم المنطقة إلا فى نهايتها من الجهة الشرقية .

أما فروع الرى فكان العمل بها بسيطا لصغر حجمها وعدم تعميقها للطبقات السفلى و بالنسبة للسقوط الهائل فى المناسيب عمل لها هداير من أبسط الأنواع بالدبش بالمونة ودراوى بالخرسانة .

وقد اتبعت طريقة عمل ترعة رئيسية واحدة وفروع صغيرة ذات هداير ولم تعمل ترع متوازية متعددة للأسباب الآتية : —

(١) الوجهة الاقتصادية فى التكاليف لأن معظم التكاليف كانت فى التربة الرئيسية أما الفروع فتكاليفها قليلة نسبيا .

(٢) أن الوفرة فى القوى إذا اتبعت الطريقة الثانية لا يذكر لأن

القوة الأصلية في الرفع للمنطقة كبير وتقليل مترين أو أكثر لا يقدم ولا يؤخر في تصميم الطامبات .

(٣) إن مساقى الري التى يقوم بعملها الأهالى فى الحالة الثانية ستكون عمودية على الترع أى فى اتجاه انحدار المنطقة فعلاوة على أن الأهالى لا يمكنهم القيام بصيانتها بسبب السقوط الذى فيها فانها أيضاً تتلف الأراضى التى حولها إذا لم تعمل بطريقة فنية — ولكن فى الطريقة التى اتبعت ستكون المساقى عمودية على الفروع أى فى مستوى واحد بدون سقوط ومن السهل صيانتها.

وقد جربت الطريقة الثانية مزارع جلالة الملك بإنشاء وعمل عنها واتبعت طريقة الترع العالية والفروع ذات الهداير لصلاحيتها خصوصاً فى الأراضى الرملية .

والصورة ٩ تبين منطقة العلاقى

» ١٠ المجرى البنائى فوق الصخر

» ١١ تبين هداير فروع العلاقى

» ١٢ خزانات الماء المعد لملء السيارات المخصصة لنقل

الماء للأعمال والأعمال الصناعية .

منطقة الدكة

منطقة صحراوية على يسار النهر وموازية له إلا أنها يفصلها عن المجرى حذب مرتفع .

عمل لها مشروع للرى المستديم فى مساحة نحو ٥٥٠ فداناً والمنطقة واقعة بين كنتور ١٢٧ و ١٣١ و ٥٠ وانحدارها نحو النهر وطولها نحو خمسة كيلومترات وعرضها نحو نصف كيلو متر وهى منتظمة الانحدار تظهر للرائى كأنها منبسطة ولا تحتاج لكثير عناء فى تقليحها وترتيبها للزراعة .

أنشئ بها وصلة طولها نحو ٣٠٠ ر ك بنهاية مواسير الطرد ثم يتفرع من هذه الوصلة فرعان رئيسيان أحدهما لليمين والآخر لليسار وبالفرع القبلى ثلاثة أفرع صغيرة وبالبحرى فرعان صغيران .

ومجموع طول الترع والفروع فى هذه المنطقة ستة كيلومترات ولم توضع مواسير الطرد فى إحدى طرفى المنطقة لأنها من الجهة البحرية تكون طويلة جداً ومن الجهة القبلىة يوجد ساحل زراعى كبير تنحسر عنه المياه أثناء الفيضان ولا يمكن العوامة من الاقتراب من المنطقة .

وقد عملت فروع هذه المنطقة على نحو ما عمل فى فروع العلاقى (أى بطريقة الهداير) .

والتربة تقرب كثيراً من تربة أرض العلاقى التى بعضها صخرى والبعض الآخر حجرى متحلل أو رملى .

ولم تصادفنا صعوبات تستحق الذكر فى هذه المنطقة .

والصورة ١٣ تمثل المنطقة

» ١٤ » يارة الطرد

» ١٥ » مجموعة التوزيع للفرعين القبلى والبحرى .

بلانه

وتقع في الطرف القبلي لمركز الدر - وهذه المنطقة واسعة النطاق تبلغ مساحتها نحو ستة آلاف فدان إلا أن جزءاً كبيراً منها مشغول بكيمان أثرية عديدة هرمية الشكل تعرف بالكروبيرات وهي عبارة عن مقابر من العهد المسيحي يبلغ ارتفاع بعضها نحو عشرين متراً وقطرها أربعين متراً . وقد كان للحكومة في الخمس سنوات الماضية حفريات كبيرة في هذه الكيمان وقد عثروا على كثير من الآثار القديمة وهي محفوظة الآن في غرف خاصة بدار الآثار المصرية .

وهناك أيضاً جزء كبير من مساحة هذه المنطقة به كثبان هائلة من الرمال السافية من الصحراء الغربية ويتخلل هذه الكثبان مساحات متفرقة من الأراضي الجيدة التربة التي هي بلا شك مكونة من طمي النهر - اللهم ما كان في المنطقة الصحراوية فوق منسوب ١٢٢ .

وقد كانت هذه المنطقة عامرة فيما مضى بدليل وجود عدد كبير من الأشجار مختلفة الأنواع كالدوم والسنط والعبيل مطمور الآن تحت الرمال وقد تحللت تلك الأشجار على مضى الزمن وأصبحت أخشابها وأوراقها هشياً هشاً يستعمله الزراع في الوقت الحالي لتسميد أراضيهم الزراعية .

كما أنه يوجد عدد كبير من الآبار الرومانية معظمه مردوم الآن وغير ظاهر . وفي سنة ١٩١٢ قام جناب المستر ماكلوب الذي كان مكلفاً بأمورية تموينيات التبليغ الأولى بفتح بئر من هذه الآبار وأقام عليه ساقية تدار

بالمواشى وذلك لعمل تجربة زراعية بهذه المنطقة على نفقة الحكومة إلا أن التجربة لم تنجح بسبب فداحة المنصرف بالنسبة للإنتاج لأن الرفع من الآبار يحتاج لمجهود كبير من جهة وبسبب شدة وطأة السافى من الرمال على الزراعة من جهة أخرى . لهذا بيعت المواشى فى السنة التالية وصرف النظر عن المشروع وبقيت المنطقة جميعها بورا سواء أكانت الأراضى المملوكة للأهالى أو المملوكة للحكومة داخل الزمام وخارجه . وبعمل المباحث اتضح أنه يمكن زراعة نحو ٢٢٠٠ ف فى نقط متفرقة من الزمام بطول اثنى عشر كيلو متراً .

عملت لهذه المنطقة طامبات عائمة وقد كان من الممكن إقامة طامبات ثابتة لها خصوصاً وإن هذه المنطقة من المناطق التى عمل لها جسور لوقايتها من الغمر غير أنه كان للصعوبات التى لاقيناها لاختيار موقع الطامبات دخل كبير فى جعل هذه الطامبات عائمة أسوة بباقي طامبات النوبة فإن مجرى النهر تجاه هذه المنطقة مضطرب جداً ويتغير سنة بعد أخرى فإذا روى فى أى وقت ضرورة لنقل المأخذ أمكن ذلك بأقل ما يمكن من التكاليف .

وحتى عند اختيار موقع الطامبات العائمة تقرر وضعها فى موقع يقع قبلى الموقع الذى يتحكم فى المنطقة بمقدار نحو كيلومتر رغم مرور التربة الرئيسية فى هذه المسافة بأرض رملية مرتفعة وفى ذلك من التكاليف ما لا يخفى .

أنشئ بهذه المنطقة ترعة رئيسية طولها ثمانية كيلو مترات
وثلاثة عشر فرعا للرى مجموع طولها ١٨ كيلو متر .

ومن ضمن هذه الفروع وصلة تخترق المنطقة من الشرق إلى الغرب
وقد اخترقت هذه الوصلة منخفضا لا مناص من اختراقه لتوصيل المياه
لمنطقتين إحداها في الجهة الشمالية منحصرة بين الجبل الغربى وبين صف
من كثبان الرمال . والمنطقة الأخرى في الجهة القبلىة وهى صحراوية عالية
تقع بين كنتور ١٢٢ و ١٣٤ ومساحتها نحو ٧٠٠ فدانا . وهذه المنطقة
الأخيرة عمل لها طامبة ثابتة ترفع رفعا ثانويا من الوصلة المذكورة الذى
فيضانها ١٢١٥٠ و تطرد في ترعتين إحداها العالية ومنسوب فيضانها ١٣٤
والأخرى واطية ومنسوبها ١٢٧ على أن تعطى المياه لكل من الترعتين
بالتناوب . وقد اتبعت هذه الطريقة في هذه الحالة ولم تتبع نفس الطريقة
التي استعملت في منطقتى الدكة والعلاقى (أى طريقة الهداير) لأن الفرق
في مقدار الرفع بين الترعتين كبير جداً ففى التربة الأولى ١٢ متراً وفى
الثانية ٦ متر .

أما فى الدكة والعلاقى فالفرق بسيط لا يستحق الذكر علاوة على
الأسباب الأخرى التى ذكرناها عند الكلام على تلك المناطق .

ولا غبار على مشروع الرى بهذه المنطقة سوى استمرار طغيان الرمال
السافية وما تستلزمه من استمرار الصيانة للترع والفروع . وربما بعد اتمام
زراعة المنطقة تتحسن الحالة بعض الشيء .

والرسم ١٦ يبين منطقة بلانه

» ١٧ » بيارة الطرد

» ١٨ » جرف النهر وارتفاع الرمال السافية والأشجار المطمورة
وسط الرمال .

» ١٩ » قنطرة التغذية من النيل عند ارتفاع مياه الخزان .

المقننات المائية

لم يكن لدينا عند تحضير المشروعات أى معلومات لمعرفة المقننات المائية الواجب جعلها أساسا لتصميماتنا ففي مذكرة معالى شفيق باشا عن هذه البلاد قرر معاليه أن المقنن المائى أقصاه ١٠٠ متر مكعب للفدان الواحد يوميا .

وقد بنى معاليه هذا المقنن على أساس الطلمبة التى سبق أقامتها بمنطقة عنبيه شركة كوك والطلمبة الأخرى التى أقامها أحد الأهالى المدعو عبد الرحمن افندى فى هذه المنطقة وقد أزالته شركة كوك طلمبتها من زمن بعيد أما عبد الرحمن افندى فلم يقوم بتشغيل طلمبته منذ زمن بعيد أيضا لعدم نجاح مشروعه وما زالت الآلة البخارية التى كانت تديرها مطمورة الآن فى وسط الرمال على شاطئ النهر بموقعها الأصيل .

وكانت الطلمبة قطر ١٢ بوصة تررع ٦٠ فدانا فى فيضان سنة ١٩١٢ وتعطى رية واحدة كل اثنى عشر يوما وتشتغل ٩ ساعات فقط فى اليوم .

وقدر معاليه أن مثل هذه الطامبة تعطى في هذه المدة يومياً ٦٤٠٠ متر مكعب فينخص الفدان الواحد في الريّة الواحدة:

$$\frac{12 \times 6400}{60} = 1280 \text{ متراً مكعباً وبما أن الفدان يروى كل اثني عشر يوماً}$$

فيكون المقنن عبارة عن ١٠٠ متر مكعب في اليوم تقريباً ونسب علو المقنن إلى نوع الأرض الرملية ذات المسام الواسعة علاوة على شدة الحرارة التي قد تصل في هذه الجهات إلى درجة ٥٠ في الظل وما يتبع ذلك من زيادة في معامل التبخر.

بنى هذا التقدير قبل التعليق الثانية للخران وقبل أن تغمر هذه المناطق بمياه الخزان الممل. أما وهذه المناطق تمكث مغطاة بالمياه فترة طويلة كل عام فإن هذا المقنن يجب تخفيضه كثيراً.

ومع أن المقنن الذي اعتبرناه أساساً للتصميم في المناطق التي ستزرع زراعة فعالية فقط بعد انحسار مياه الخزان عنها هو ٦٥ متراً مكعباً للفدان وأن تدار الطامبات ١٢ ساعة فقط في اليوم فقد اتضح بالتجربة أن هذا المقنن الأخير لم يزل عالياً ولذلك أمكن تقليل مدة الإدارة وفي الوقت نفسه أمكن للأهالي التوسع في الانتفاع بمياه الطامبات في منطقة قوشكى غرب مثلاً أصبح الزمام ٧٠٠ فداناً بدلاً من ٥٠٠ فداناً التي كانت مقررة بادىء ذي بدء.

وقد حسبت المقننات المائية في منطقتي الدكة وبلانة اللتين عمل لهما مشروعات للري المستديم على أساس ٥٤ متر مكعب للفدان الواحد من

الزمام السكى فى اليوم على أساس عمل دورات زراعية كالتبع فى غير هذه المناطق الزراعية مع إدخال معامل جديد هو أن هذه المناطق صحراوية وتحتاج لزيادة فى كمية المياه المستهلكة .

وفى منطقة العلاقى التى عمل لها مشروع للرى الشتوى فقط فعلى اعتبار أن الزمام السكى سوف يكون منزرعا جميعه فى وقت واحد وأن هذه المنطقة كثيرة الانحدار فقد عمل المقنن المائى باعتبار ٦٥ متر مكعب وعلى أن تدار الطلمبات ١٥ ساعة فى اليوم .

ولغاية الآن لم تتمكن من معرفة صلاحية هذه الأرقام لأن هذه المناطق فى دور الاستعمار ولم يتم إصلاحها واستثمارها بعد بسبب قلة الأيدى العاملة من جهة وما تحتاج إليه من مجهود من جهة أخرى لذلك فإن طلمبات بلانة والدكة والعلاقى ما زالت تشتغل مدة أقل من المقدر لها فى التصميم .

كلمة موجزة عن حالة الزراعة بعد عمل المشروعات

ولو أن مناطق توماس وعنيزة بحرى وقبلى وتوشكى شرق وغرب حرمت من الزراعة الشتوية إلا أن محصول الزراعة النيلية عوض على أهلها ما فاتهم أضعافا . لأن معظم أراضى هذه المناطق خصوصا عنيزة وتوشكى . كانت فيما مضى بوراً لعدم مقدرة الأهالى على زراعتها . ويقدر محصول الذرة بها الآن بنحو ١٥ أردبا للفدان .

كذلك قد صار زراعة نحو ٧٠٠ فدان لغاية الآن بمنطقة بلانة بنجاح .

ولا حاجة لشرح الأسباب لأن أراضى هذه المنطقة من أجود الأراضى لولا ما يهددها من سافى الرمال .

أما منطقتا الدكة والعلاقى الصحراويتان فع بذل مجهود صادق فى تسميد أراضيهما وتقليحها جيداً سوف تنجح تماماً وقد كان محصول الذرة فى منطقة الدكة فى الفيضان الماضى يقدر بنحو خمسة أراذب للفدان .

أما منطقة العلاقى فيعتبر الشتاء المقبل بدء العمل الجدى بها وقد أتى النوبيون ببعض أهالى الوجه القبلى للقيام بتصليح أراضيهما وتحضيرها للزراعة نيابة عنهم .

ومما يجب ذكره هنا أنه بالنسبة لتخوف الأهالى من ملء الخزان مبكراً يقومون ببذر تقاوى الزراعة النيلية قبل أن تجف الأرض تماماً بعد انكشافها لذلك تنمو الديدان وترعرع وتضر بالمحصول النيلى كما حصل فى منطقة توماس هذا العام خصوصاً وليس لدى الأهالى وسائل لحرق الأرض وتعريضها لحرارة الشمس حتى تجف قبل زراعتها وقد أحيطت وزارة الزراعة بذلك لتشير بما يلزم عمله لتلافي هذه الحالة .

أدوات البناء فى بلاد النوبة

القرية النوبية مبنية إما باللبن (ليس الطوب النى بل الجالوص) وقليل من المبانى بكسر الأحجار الرملية بمونة الطين أيضاً والمعابد المصرية القديمة جميعها مبنى بالحجر الرملى النوبى المنحوت نحتاً جيداً — ولا يوجد ببلاد النوبة أى عمل هندسى حديث العهد كما لا يخفى .

وجميع أحجار الجبال في بلاد النوبة رملية من النوع المعروف بالحجر الرملى النوبى ويوجد الجرانيت فى مسافة الخمسين كيلو مترا التى تلى الخزان جنوبا بنواحى الشلال ورابود والكلابشة وابو هور وأجود أنواع الجرانيت يوجد عند مضيق الكلابشة حيث لا يتجاوز عرض المجرى هناك عن ١٥٥ متراً وعمقه لا يقل عن ٣٣ متراً فى فصل التحاريق (أى بعد تفريغ الخزان) .

والحجر الرملى النوبى يعتبر من الأحجار الرديئة بسبب ما يتخلله من طبقات المارل Marl ذات الألوان المختلفة كالأصفر والبفسجى وتظهر تلك الطبقات بوضوح عند معبد ابوسنبل المنحوت فى الصخر فان طبقة من المارل تقع فوق كورنيش المعبد وطبقة أخرى عند ركب التماثيل الأربعة وقد تآكلت الركب فعلا وبسبب وجود طبقة بالقرب من رأس التمثال الثانى على عين المعبد سقطت الرأس كما أن رأس التمثال الأول مهددة بالسقوط أيضا (صورة ٢٠) .

وكلما كان الحجر الرملى النوبى ثقيلًا كلما كان قويا ومتينا ويحسن استعماله كتلا كبيرة .

وبسبب عدم وجود محاجر معروفة بهذه الجهات فحصت عدة نقط بواجهات الجبال فلم نعثر على أنواع جيدة تصلح للبناء بالقرب من أعمالنا إلا بعد بذل مجهود يذكر — وقد عثرنا على منطقة بالجهة الشرقية أمام معبد ابوسنبل ٢٩٥ ك ليست فى واجهة الجبل بل فى منخفض يغلب أن

يكون أحد مخزات السنيول وقد استعملنا الأحجار المستخرجة من هذه النقطة في معظم الأعمال التي قمنا بتنفيذها في المنطقة القبلية.

وفي الجدول الآتي مقارنة بين الأحجار الرملية النوبية وغيرها من الأحجار الجيرية والجرانيت :

النوع	بالكيلوجرام	مقاومة الحجر للتفتيت بالكيلوجرام	درجة امتصاص الحجر للماء من وزنه جافا
الأحجار الرملية النوبية	١٨٨٠	١٨٣	١٠ر٣١٪
الأحجار الجيرية بطره	٢٣٨٠	٥٥١	٣ر٢٨٪
الجرانيت	٢٧٠٠	١٤٠٠	٢٠ر٠٠٪

وقد جربنا صناعة الطوب الأحمر الصفرة للأعمال الصناعية بمشروع الري بمنطقة بلانة وقد نجحت صناعته من الطينة المأخوذة من جروف النهر مخلوطة برمل الجزائر الناعم وعماد الخلطة السباح الكفري الذي أمكن الحصول عليه من بقايا القرى الأثرية المندثرة فوق قمم الجبال المجاورة. ويصعب في بلاد النوبة الحصول على رمال حرسنة من النوع الجيد وكل ما هنالك الرمال السافية في الجهة الغربية ويمكن البحث عن أجودها في مواقع خاصة ترسب فيها الرمال الحرسنة دون الناعمة لاستعمالها في الأعمال الصناعية.

طلمبات الري

قد يكون تطفلا منى كمهندس رى أن أتحدث إليكم عن الماكينات والطلمبات التى استعملت فى بلاد النوبة — والأولى منى بطرق هذا الباب أحد حضرات المهندسين الميكانيكيين الذين قاموا بالعمل — ولكننى سأتكلم عنها على قدر حاجة استفتاء موضوع الري اتماما للفائدة أما ميكانيكيته وصنعها إلى آخره فسأتركه للمختصين :

الطلمبات التى استعملت فى النوبة قسمان : قسم ذات رفع عال (حوالى ٢٤ مترا مانومتريا) والقسم الآخر ذات رفع متوسط (حوالى ١٠ أمتار مانومتريين) .

فأما الطلمبات ذات الرفع العالى فقد استعملت فى منطقتى الدكة والعلاقى — وفى منطقة الدكة يتفاوت الرفع الاستاتيكي بين ١٠ و ٣٠ مترا إذ أن منسوب الطرد ١٣١ر٥ ومنسوب النهر يتفاوت من ١٠١ر٥ (عقب تفريغ الخزان مباشرة) و ١٢١ (وهو منسوب التخزين) .

وفى منطقة العلاقى يتفاوت مقدار الرفع بين ٧٠٠ و ١٧٥٠ مترا إذ أن منسوب النهر وقت تشغيل الطلمبات للرى الشتوى يتفاوت من ١١٠ر٥ و ١٢١ بينما أن منسوب الطرد حوالى ١٢٨ .

أما الطلمبات ذات الرفع المتوسط وهى التى استعملت فى باقى مناطق المشروعات فيتفاوت مقدار الدفع فيها بين متر وتسعة أمتار .

وقد عملت محطات الطلمبات جميعها على عائمات للأسباب الآتية :

أولاً — لأنه في المناطق المعتاد غمرها سنوياً لا يمكن عمل طامبات ثابتة لأن مقدار ارتفاع الغمر فيها يبلغ من مترين إلى ستة أمتار — أما في المناطق الأخرى فإنه إذا كان المجرى ملتصقاً بالمحطة وقت ارتفاع الخزان فإنه يبعد عنها وقت نزوله بما لا يقل عن ١٥٠ متراً .

ثانياً — لتلافى زيادة مقدار رفع المص « Suction lift » عن المسموح به والذي يجب عملياً أن لا يتجاوز خمسة أمتار مع أن مدى ارتفاع وانخفاض النهر « Range » يزيد عن ذلك كثيراً ففي منطقة الدكة مثلاً يصل إلى عشرين متراً .

ثالثاً — لا يمكن تشغيل أى طلمبة مكان الأخرى لأى سبب كان .

رابعاً — لا يمكن جمع الطامبات في فترة الايقاف التي تزيد عن ثمانية أشهر في بعض المناطق وجعلها تحت حراسة واحدة في صعيد واحد حتى يحين موعد إدارتها فترسل كل طلمبة إلى موقعها .

ولقد عمل لكل منطقة من مناطق توماس وعنيزة بحرى وقبلى وتوشكى شرقى وغرب طلمبة خاصة تصرفها ٧٥٠ لتراً في الثانية تدار بواسطة ماكينة قوتها مائة حصان وقطر مواسير الطرد ٨٠ سنتيمتراً — وهذه الخمسة طامبات طلمبة واحدة بنفس الحجم بصفة احتياطى للطوارئ .

أما منطقتا الدكة والعلاقى فقد عمل لكل منهما عوامة عليها

ماكينتان قوة الماكينة ٢٠٠ حصاناً لإدارة طلمبتين تصرف الطلمبة الواحدة ٤٠٠ لتراً في الثانية وقطر مواسير الطرد ٧٠ سنتيمتراً وطول هذه المواسير في الدكة ١١٥٠ متراً وفي العلاقي ١٢٥٠ متراً — وقد روعي في إنشاء هاتين المحطتين أن كل طلمبة رفعها المانومتري عبارة عن نصف أقصى رفع مطلوب فيصير تشغيل ما كينة واحدة وطلمبة واحدة حتى رفع ٢٢ متراً مانومترياً أو طلمبتين على التوازي « in parallel » عند مضاعفة الاحتياجات على نفس الرفع — أما إذا زاد الرفع المانومتري عن ذلك حتى ٤٤ متراً فتشغل الطلمبتان على التوالي « in series » وبذا تشتغل المحطة بكفاءة جيدة « Good efficiency » .

ويلاحظ أن الرفع المانومتري في هاتين المحطتين يزيد كثيراً عن الرفع الاستاتيكي وهذا بالطبع ناشئ عن طول مواسير الطرد والفاقد بالاحتكاك فيها .

أما منطقة بلانة فقد عمل لها ثلاث عائمات أحدهم احتياطي وعلى كل عائمة طلمبتان تصرف الواحدة ٥٠٠ لتراً في الثانية وتدار كل طلمبة بواسطة ما كينة قوة ١٠٠ حصان وماسورة الطرد قطر ١٠٠ متراً جامعة لماسورتين قطر كل منهما ٩٠ سنتيمتراً واحدة لطرد كل عوامة .

وبالنسبة لوجود منطقة داخلية تحتاج لرفع ثانوي فقد عمل لها محطة ثابتة مؤلفة من ما كينتين قوة الواحدة ١٥٠ حصاناً تدير كل منهما طلمبة تصرفها ٥٠٠ لتراً في الثانية — وهذه الماكينات كانت مستعملة بمحطة

البصينلى التى صار كهربيتها ضمن محطات الشبكة الكهربائية بشمال الدلتا.

والصورة ٢١ تبين عوامة منطقة الدكة ذات الرفع العالى

» ٢٢ » نفس العوامة بعد عمل صندوق خشبى لوقايتها.

» ٢٣ » عوامة توشكى شرق .

» ٢٤ » عنيبة بحرى وبيارة الطرد بها .

» ٢٥ » بلانة .

فأما طريقة اتصال الطلمبات بمواسير الطرد فبواسطة المواسير المرنة « Flepible pipes » التى يمكنها أن تنحنى بمقدار نصف متر لأعلى ونصف متر لأسفل بأمان وتتصل هذه المواسير المرنة إما لأبراج رأسية بها فتحات تبعد الفتحة عن الأخرى بمقدار متر أو لفروع أفقية متصلة بمواسير الطرد على شكل نتوءات كما هو ظاهر بالصورة ٢٣ الخاصة بعوامة توشكى شرق .

وتستعمل الأبراج فى المحطات التى فيها تفاوت كبير فى مناسيب النهر ارتفاعا وانخفاضا كما هو الحال بمنطقة الدكة والعلاقى . أما الفروع الأفقية فقد استعملت فى المناطق الأخرى ذات التفاوت العادى فى مناسيب النهر .

وقد عمل فى منطقة الدكة خمسة أبراج وفى العلاقى ثلاثة صار تثبيتها على قواعد خرسانية متينة وقد اضطر الحال أثناء تركيب بعض هذه الأبراج أن عمل حول القواعد الخرسانية ستائر لوحية معدنية لوقوعها على طبقات رملية (صورة ٢٦) .

وقد عمل لمواسير الطرد الطويلة وصلات تمدد رصاصية عند اتصالها بالأبراج كذلك صار لفها بالخيش المقطرن من الخارج لوقايتها من التأثيرات الجوية . كذلك صار وقايتها من الحرارة بالردم عليها بالأتربة .

وقد روى في وضع هذه المواسير الطويلة تلافى الانكسار وأن تكون في خط مستقيم لتقليل الفاقد بقدر الامكان وعدم التعارض مع اتجاه التمدد والانكماش روى أيضاً أن تكون المواسير صاعدة بميل مناسب باستمرار ولذا اضطر الحال للحفر بعمق بضعة أمتار في بعض مرتفعات والردم في مواضع أخرى منحة (صورة ٢٧) .

الجسور الواقية للمناطق القبلية

إن البلاد الأربعة القبلية من مركز الدر وهي إندندان وقسطل وبلانة وابو سنبل تعتبر من أغنى بلاد المركز وتتراوح مناسيب الزراعة بها بين ١٢١ و ١٢٠ ولا تقل عن ١١٩ وبعضها يعلو منسوب — ١٢١ قليلاً — أى . أن معظم هذه البلاد ستعرض الغمر لا يزيد عن مترين باعتبار أقصى منسوب للتخزين — ١٢١ — لهذا روى أن تعمل الوقاية اللازمة لعدم غمرها لاسيما وأن قيمة التعويضات في حالة الغمر سوف تتجاوز الثلاثمائة ألف جنيه إذ أن بها نحو ١٩٠.٠٠٠ نخلة و ٢٥٠٠ فداناً معظمها منزرع ومساكن يبلغ عددها نحو ٢٨٠٠ منزلاً . فإذا قامت الحكومة بعمل الجسور الواقية لوفرت مبالغ لا يستهان بها ولتحملت فقط تكاليف الوقاية وتعويضات الجروف وما سيؤخذ للمنافع ولأبقت على منطقة غنية بأراضيها ونخيلها

الجيد كنزاً لهذه البلاد التي ستلاشى عن آخرها وفي الوقت نفسه ترك أهالي هذه البلاد الأربعة وعددهم نحو ٧٢٠٠ شخصاً حسب تعداد سنة ١٩٢٧ قابعين مطمئنين في بلادهم .

وفعلاً قامت الحكومة بإنشاء جسر بمنطقة إنداندان يبلغ طوله نحو ثلاثة كيلو مترات وآخر يبلّغ طوله ثمانية كيلو مترات وآخر بأبي سنبل وطوله ثمانية كيلو مترات أخرى وعملت للأول تكسيات بالدبش على الناشف وللثاني حائط ساند في بعض أجزائه التي تعلو كثيراً عن أرض الزراعة وتكسيات غادية للأجزاء الأخرى أما جسر أبو سنبل وهو أكثرها أهمية فقد عمل له حائط ساند في كامل طوله .

وقد بلغت تكاليف جسر أبو سنبل نحو ٣٥٠٠٠ ج وبمحصر الممتلكات التي وقاها هذا الجسر من الغمر وجد أن قيمتها ١١٥٠٠٠ ج فكانت الحكومة وفرت ٧٠٠٠٠ ج سوف تنقص قليلاً بسبب الأعمال التكميلية الجارية كما سيأتى بعد وذلك بخلاف الفائدة المعنوية لبقاء أهل هذه الجهة في بلدتهم وحفظ كيان الكمية الهائلة من النخيل كما هي .

والجسر الواقع عبارة عن جسر ترابي عادي أخذت جميع أترابته من جرف النهر أمامه وعمل بعرض خمسة أمتار بمنسوب ١٢٢ أى أعلا من منسوب التخزين المقرر بمقدار متر واحد وبميل خلفى ٢ : ١ وعمل الحائط الساند أمامه من الحجر الرملى بمونة الأسمنت بنسبة ١ : ٤ بسمك ٨٠ سنتيمتر من أعلى بمنسوب ١٢١ر٥٠ ورأسى من الخلف وبميل ٣٠ سنتيمتراً

فى المتر من أمام وقد روعى فى هذا التصميم أهمية العمل وبعد هذه البلا وفرض تقصير الصيانة المعتادة فى غيره من الجسور . وقد روعى فى تصميم الحائط أنه يمكن تعليتها لمنسوب ١٢٢ر٥٠ إذا ما أريد زيادة التخزين إلى ١٢٢ مستقبلا .

وقد عملت أمام الحائط دعائمات لحمل مياه السواقى العديدة بالمنطقة جسمها ترابى مكساة بالدبش بالمونة وهى تعمل فى الوقت نفسه ككواسر لحدة الأمواج وقد ظهرت فائدتها بجلاء فى العام الماضى عند ما كان الخزان على أقصاه والأمواج على شدتها (صورة ٢٨) .

وقد عملت للحائط فواصل تمتد عديدة ورغم عشرات الفواصل المعمولة فإنه لوحظ وجود تشققات شعرية نتيجة التمدد فى هذه البلاد الشديدة الحرارة بعضها لا يبعد عن فاصل التمدد بما لا يزيد عن متر ونصف فقط . ووضعت مواسير السواقى على منسوب ١٢١ .

وفى أثناء التخزين فى العام الماضى ظهرت مياه الرشح فى المنخفضات الموجودة بالمنطقة لأن التربة من النوع الخفيف وقد عملنا على تخفيفها ما أمكن بواسطة طلمبات نقالى صغيرة وفى هذا العام نقوم بعمل ترتيب مستديم للتخلص من مياه الرشح ليس فقط حتى لا تظهر مياه الرشح بالمنخفضات بل منعا من توالد بعوض الملاريا بها وذلك بعمل مصرف صغير بطول المنطقة وعلى بعد لا يقل عن ثلاثين متراً من الجسر يجمع مياه الرشح التى تصرف مدة التخزين بواسطة طلمبة صغيرة ثابتة تصرفها

٢٠٠ لترا في الثانية . كذلك قمنا بتعليق الحائط بمقدار ثلاثين سنتمتراً أخرى لانه ظهر أن الأمواج ترتفع كثيراً في فترة التخزين ويخشى على الجسر الترابي منها . وعمل أيضاً زيادة في الطمأنينة بتكيت إضافي للجسر على منسوب ١٢٠ر٥٠ عرضه ٣ أمتار بأتربة ناتج حفر المصرف وبقليل من الأتربة جلبت من الجروف .

وكنا نعتقد أن النخيل ربما يتأثر من جراء المياه الراكدة تحته في العام الماضي بسبب حدوث الرشع خصوصاً وأن النخيل يزرع دائماً في المنخفضات كما هي العادة في بلاد النوبة غير أننا علمنا أن هذا النخيل قد أتى بحصول هذا العام يفوق كافة المحاصيل في أي سنة من السنين السابقة . مع العلم أن المياه كانت بسمك بضعة سنتمترات ولم تمكث راكدة إلا مدة يسيرة في فترة ارتفاع مياه الخزان .

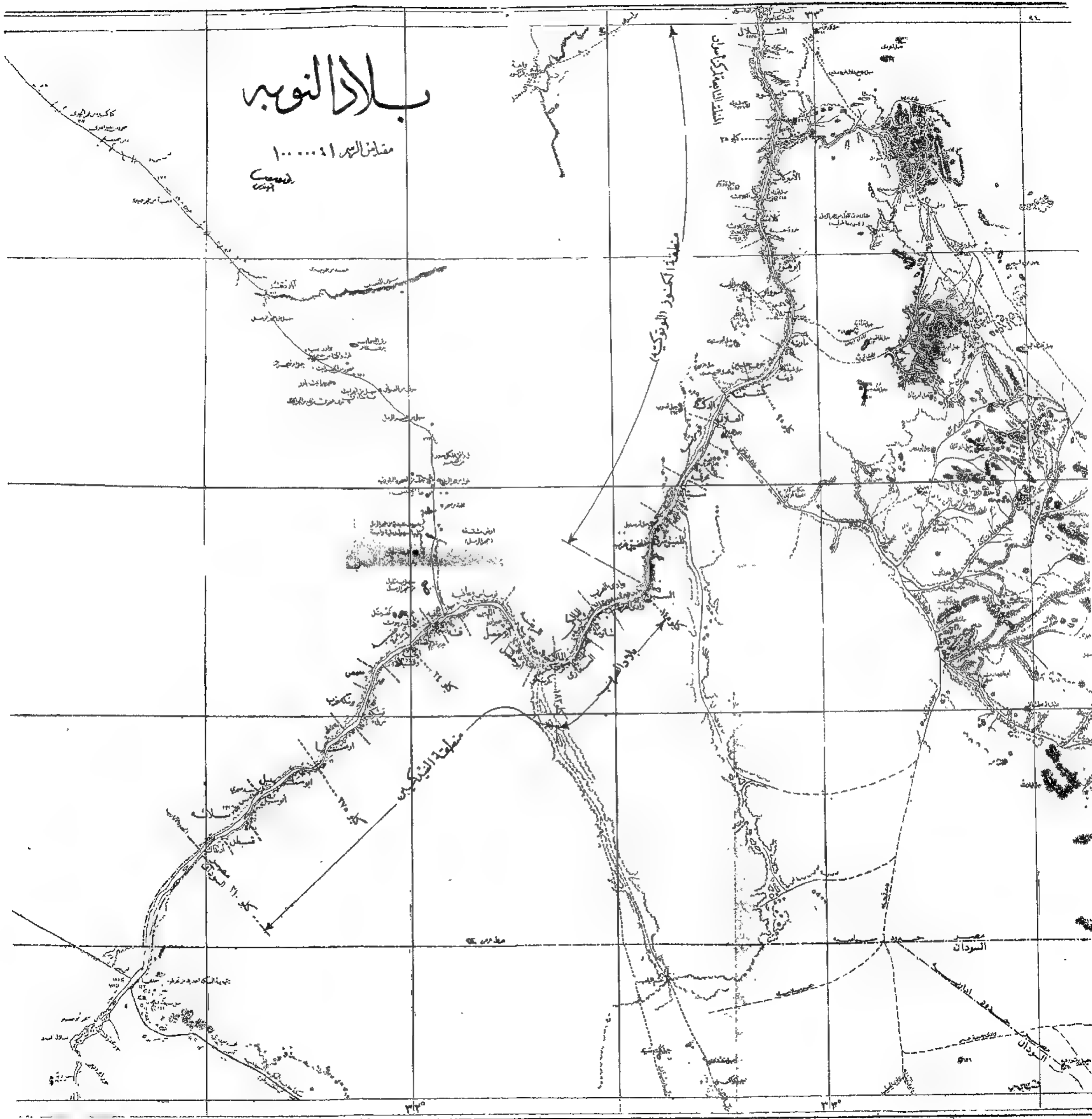
يوسف سعد

٣ - ١٢ - ١٩٣٥ .

بلاد النوب

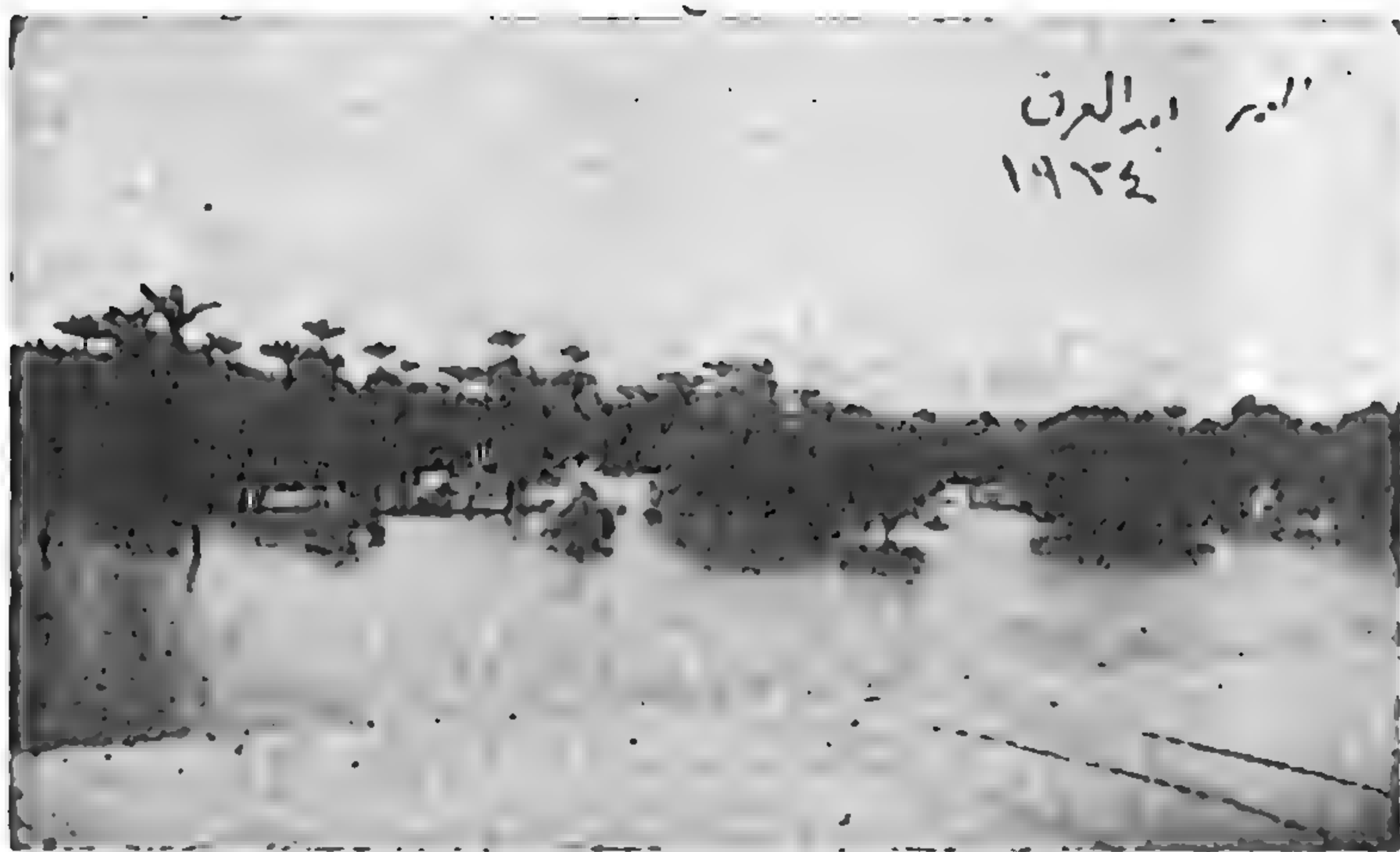
مقياس الكيلو ١٠٠٠٠٠

الشمس

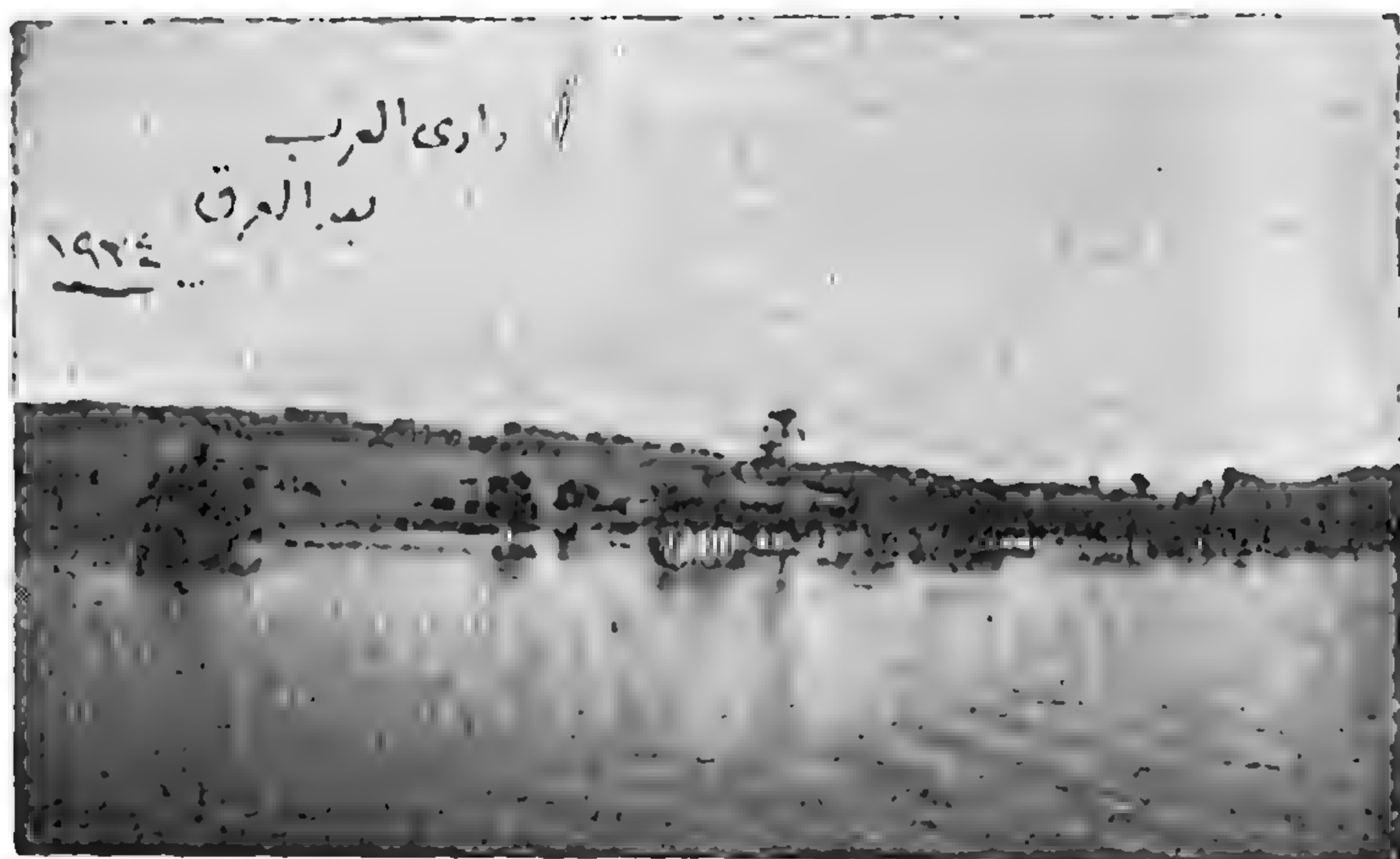


شكل (٢) منظر مساحين بلاد النوبة قبل غمرها بمياه التعلية الثانية





شكل (٣) الدر بعد الغرق .



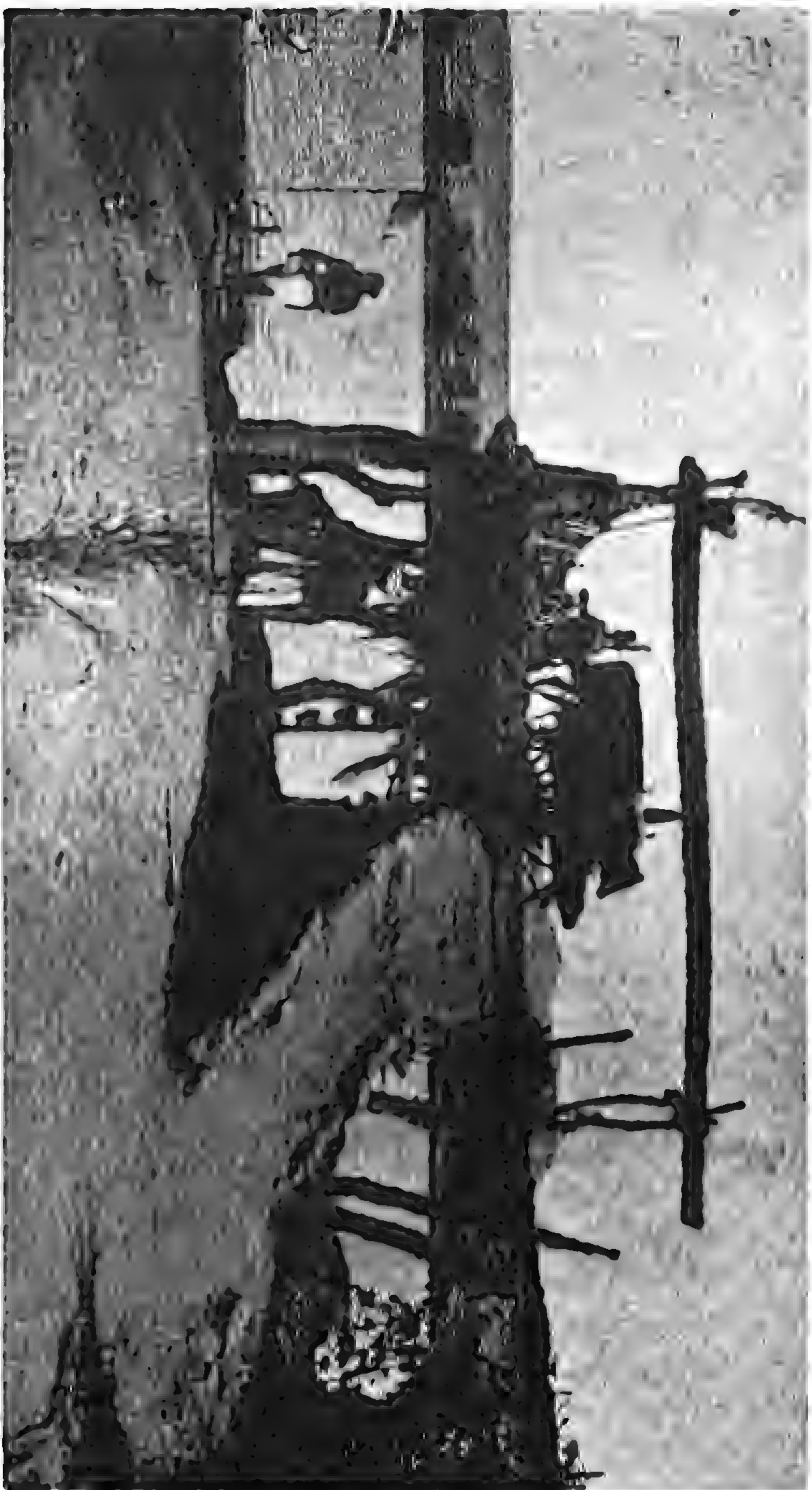
شكل (٤) وادي العرب بعد الغرق .



شكل (٥) خط المياه على الخزان



شكل (٦) ساقية نوبية



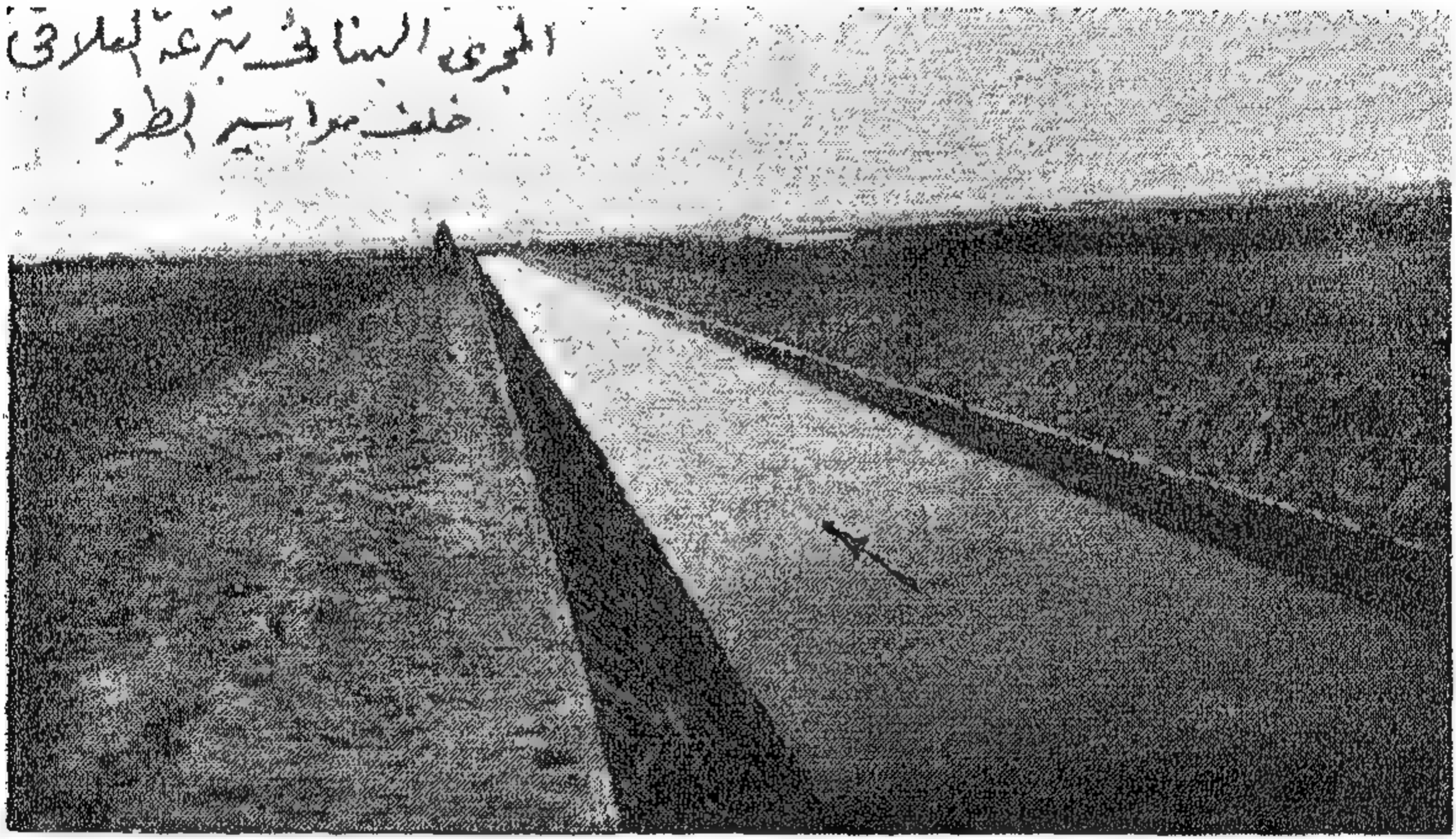
شكل (٧) - آية مرفوعة على طائفة من جموع الخيل .



شكل (٨) بدالة من جذوع النخيل



بلاد الشام
شمال
وسط
جنوب

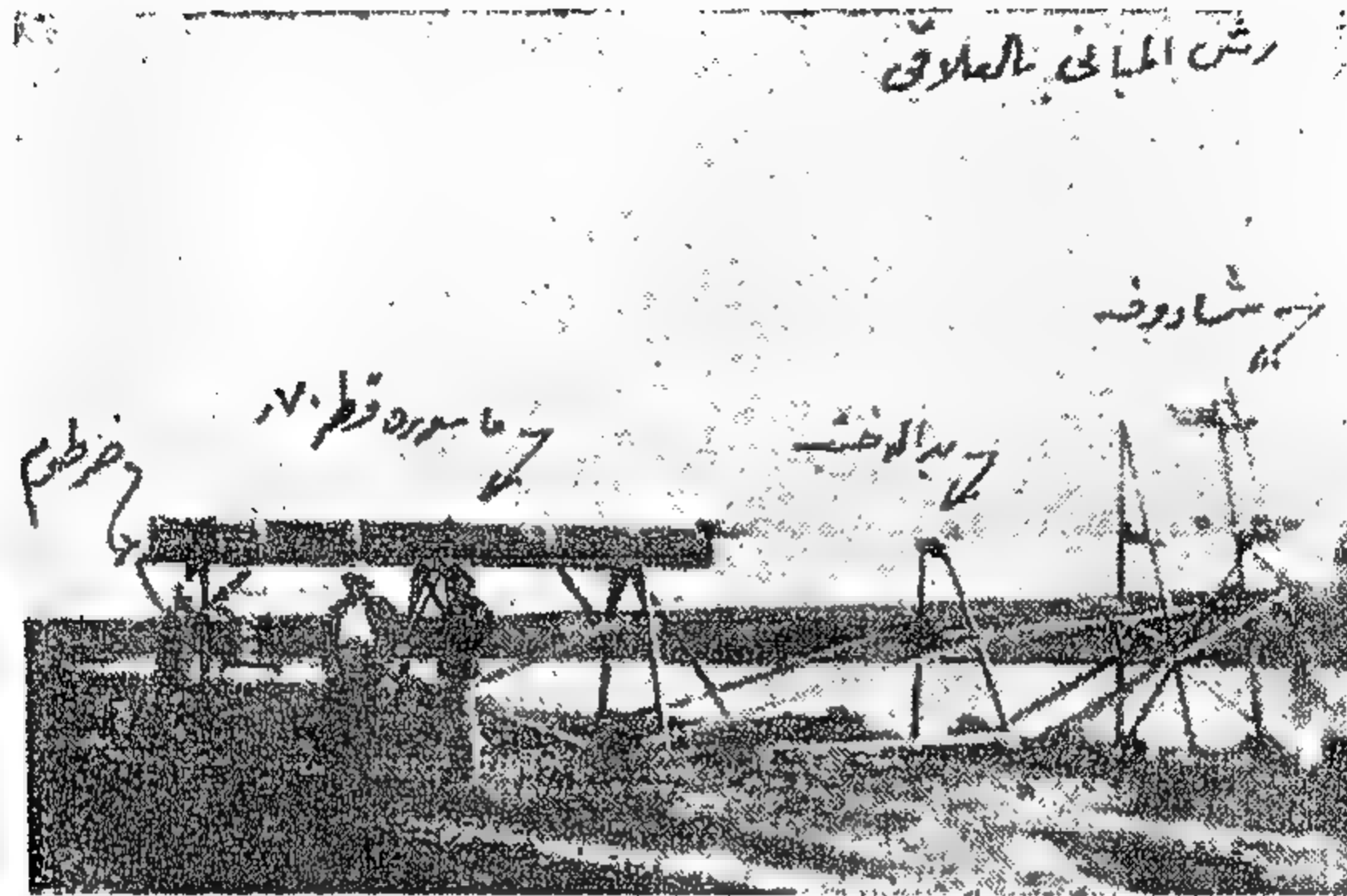


شكل (١٠) المجرور البنائي بالعلاقي

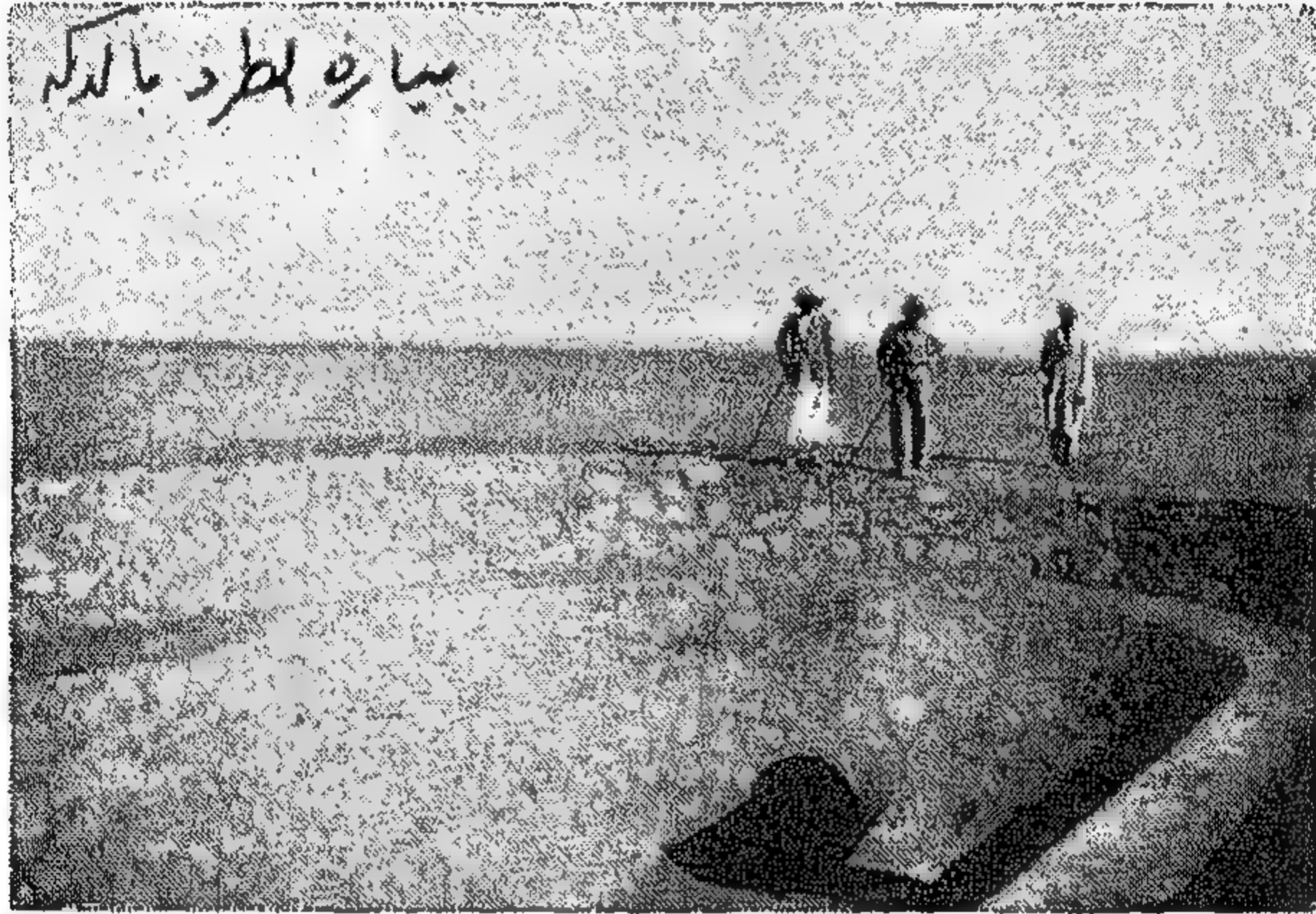
امدادیر علی احمدی فروع الہدی



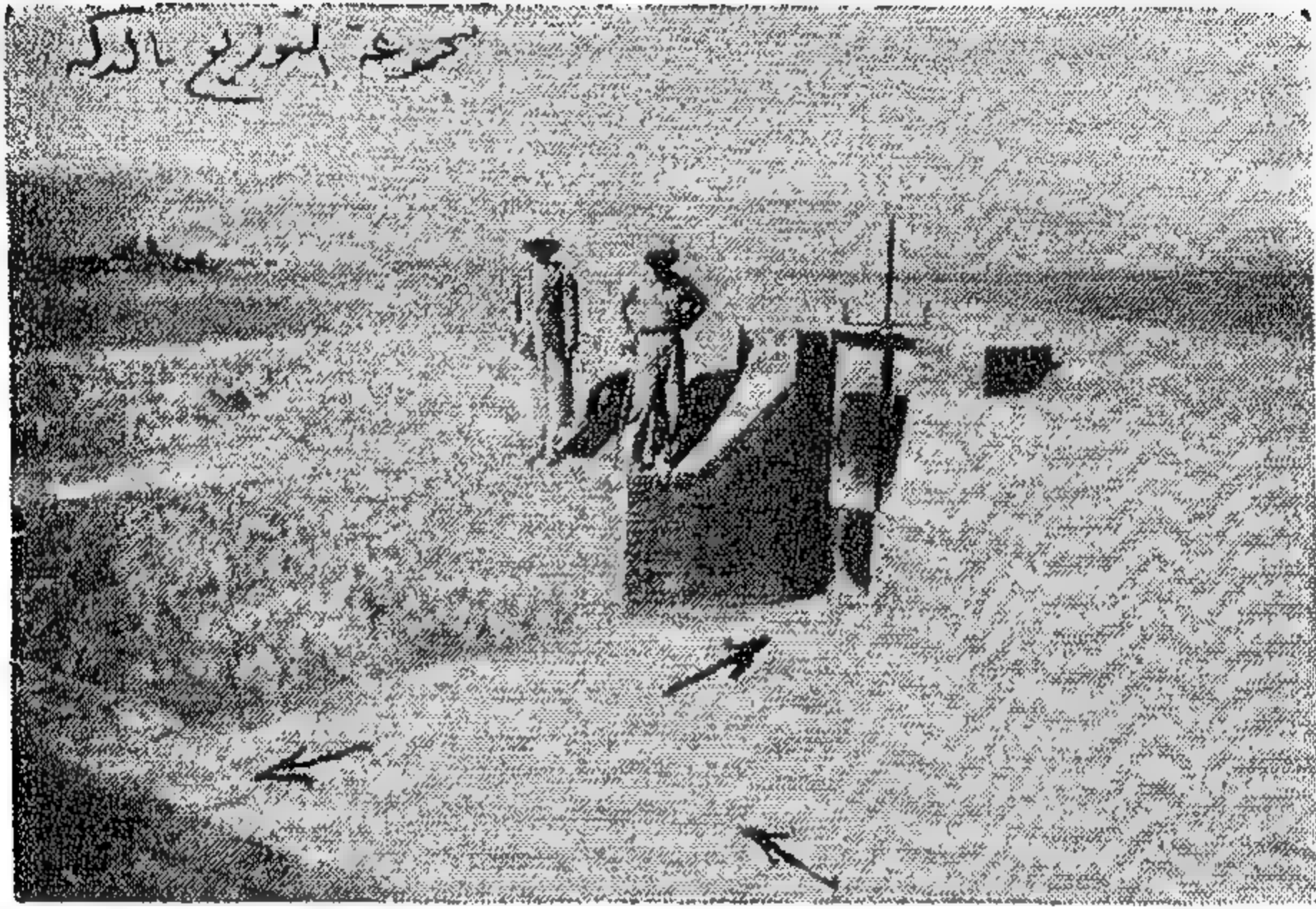
شکل (۱۱) امدادیر علی احمدی فروع الہدی



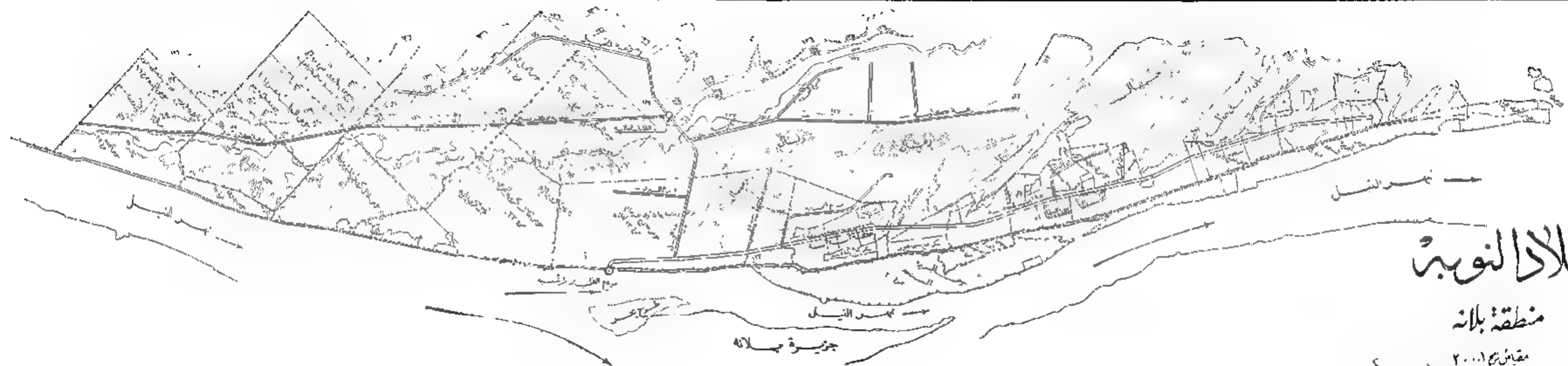
شكل (١٢) رشن الماء بالعلاقى



شكل (١٤) منطقة الدكة



شكل (١٥) مجموعة التوزيع بالدكة

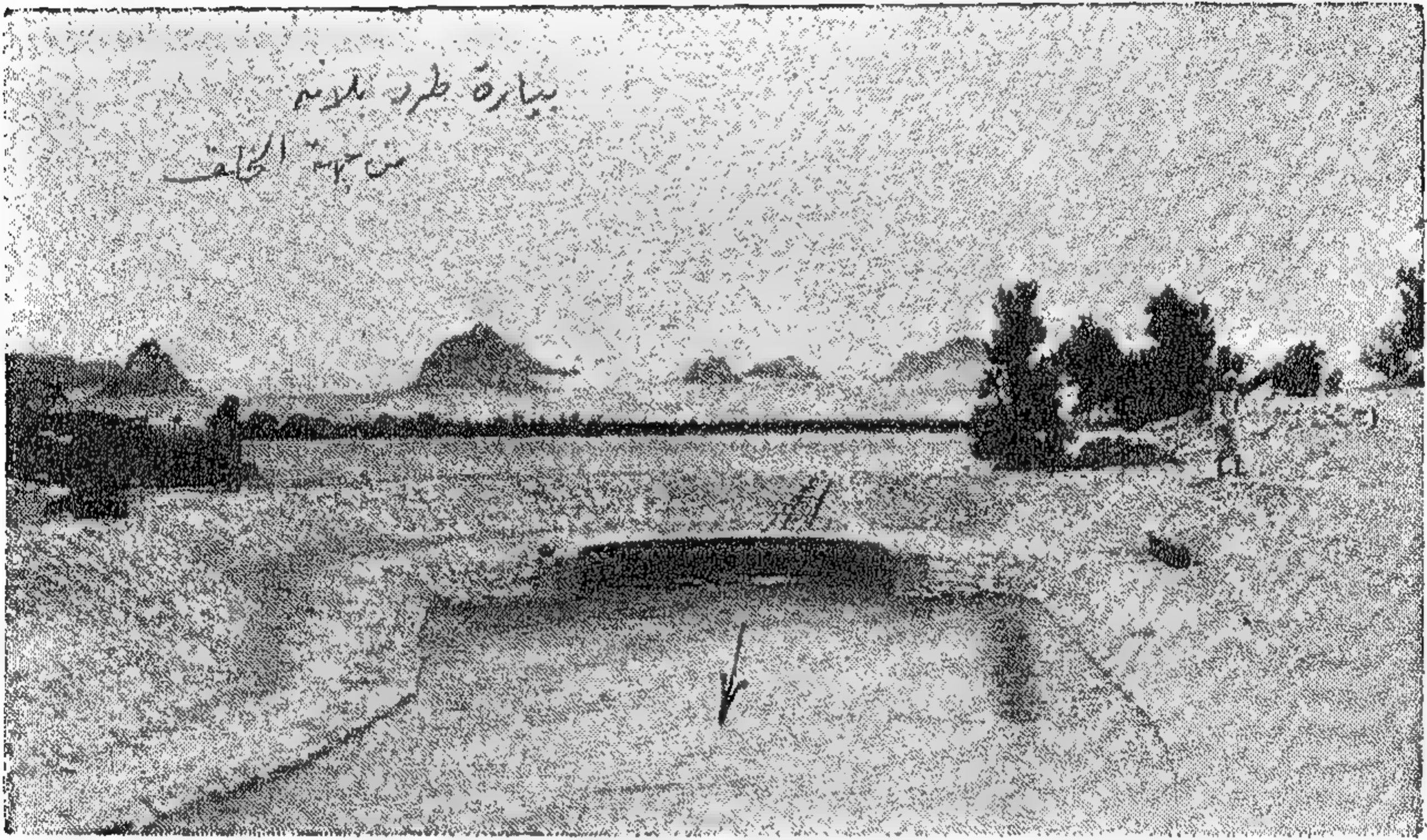


بلاا النوبى

منطقة بلاا

مقياس ٢٠٠٠

٢٥/١٤/٤٠



شكل (١٧) بيارة الطرد ببلانة



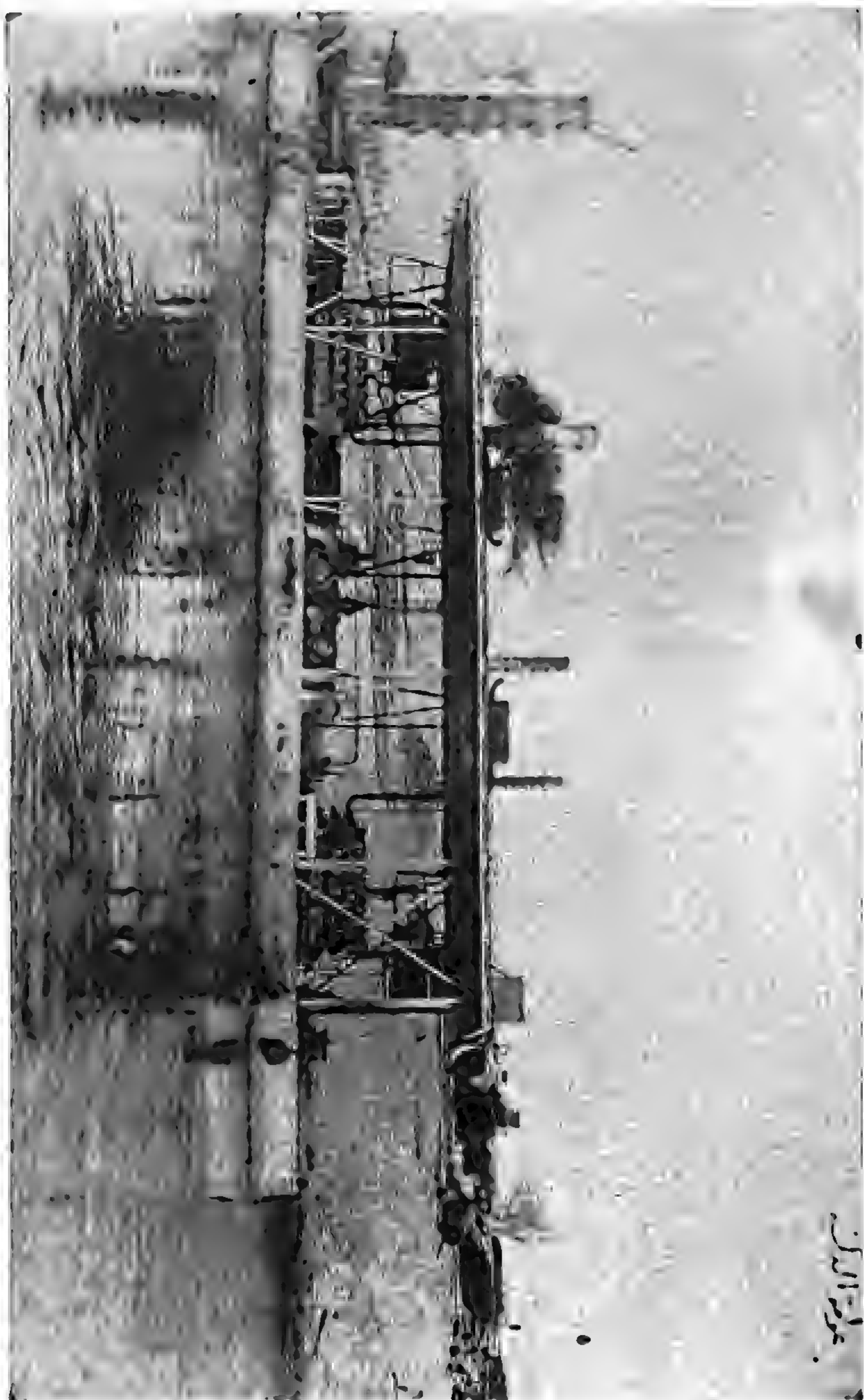
شكل (١٨) حرف النيل ببلاطة



شكل (١٩) قنطرة التغذية من النيل ببلانة



شكل (٢٠) معبد أبو سبيل والصخور المتآكلة

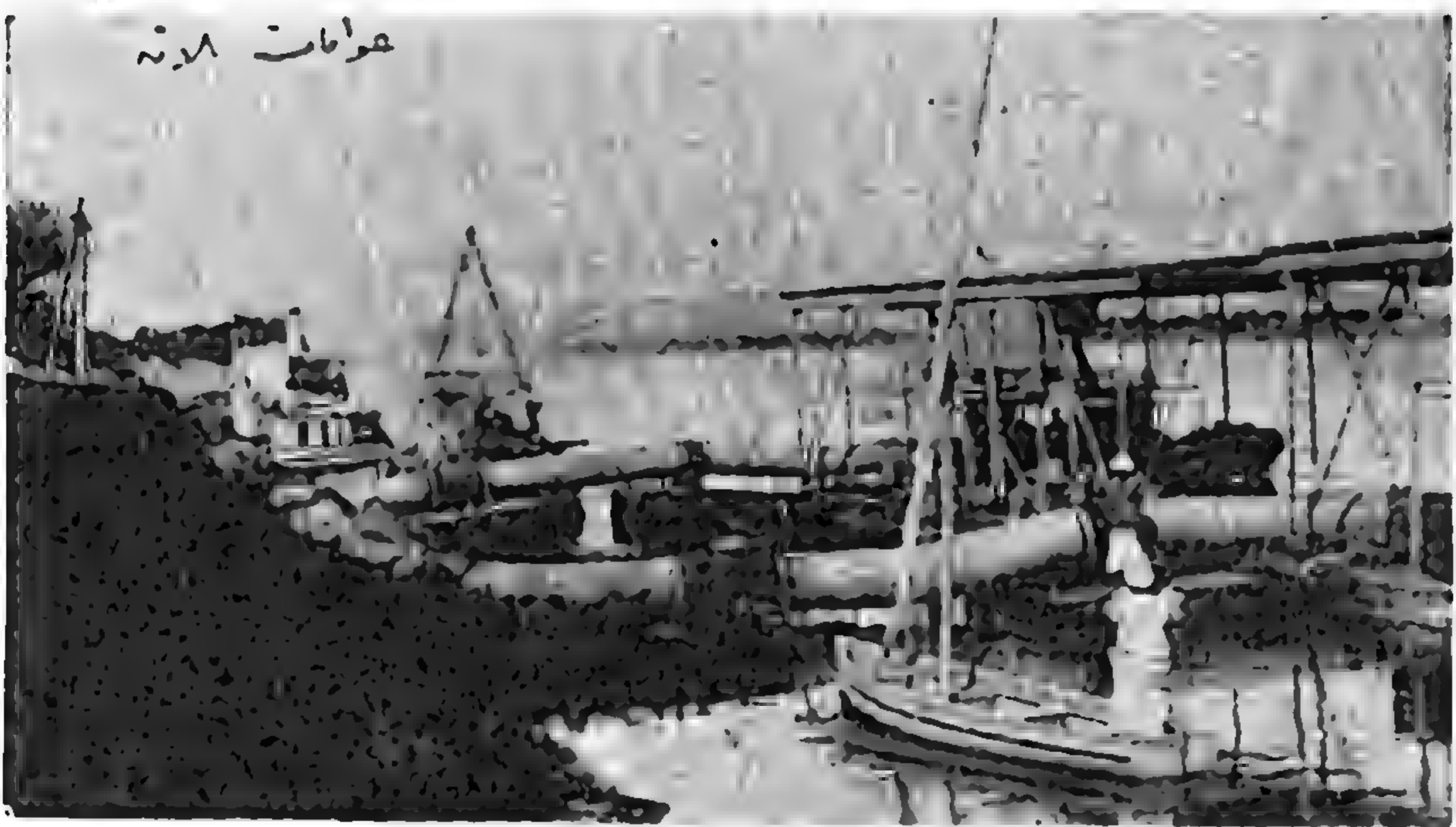


عمارة الدكة

شكل (٢١) عمارة الدكة



شکل (۲۲) عوامه الدکه بعد تغطيتها



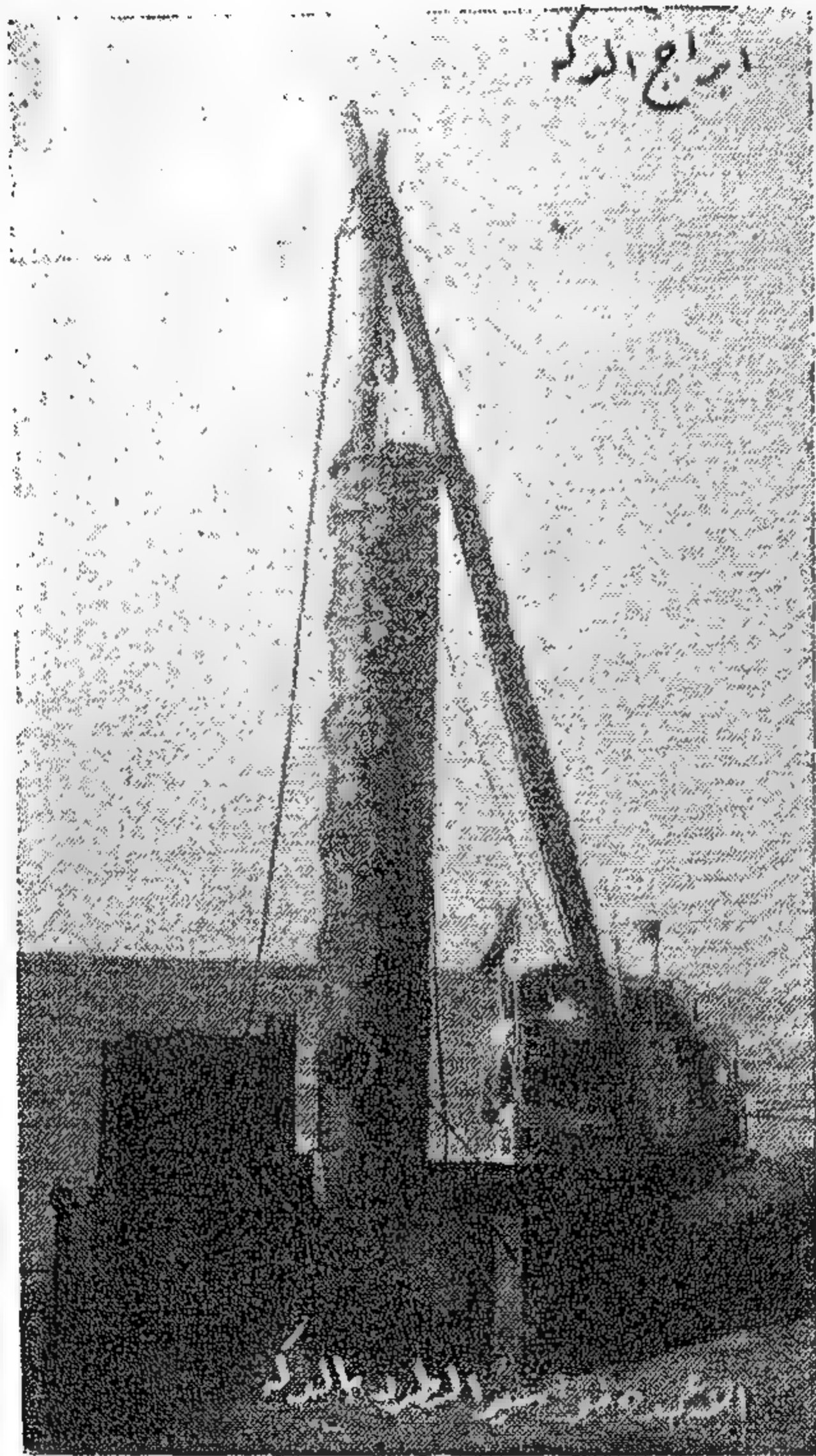
شکل (۲۳) عوامه توشکی شرق



شكل (٢٤) عوامة عينيه بحري وبيارة الطرد



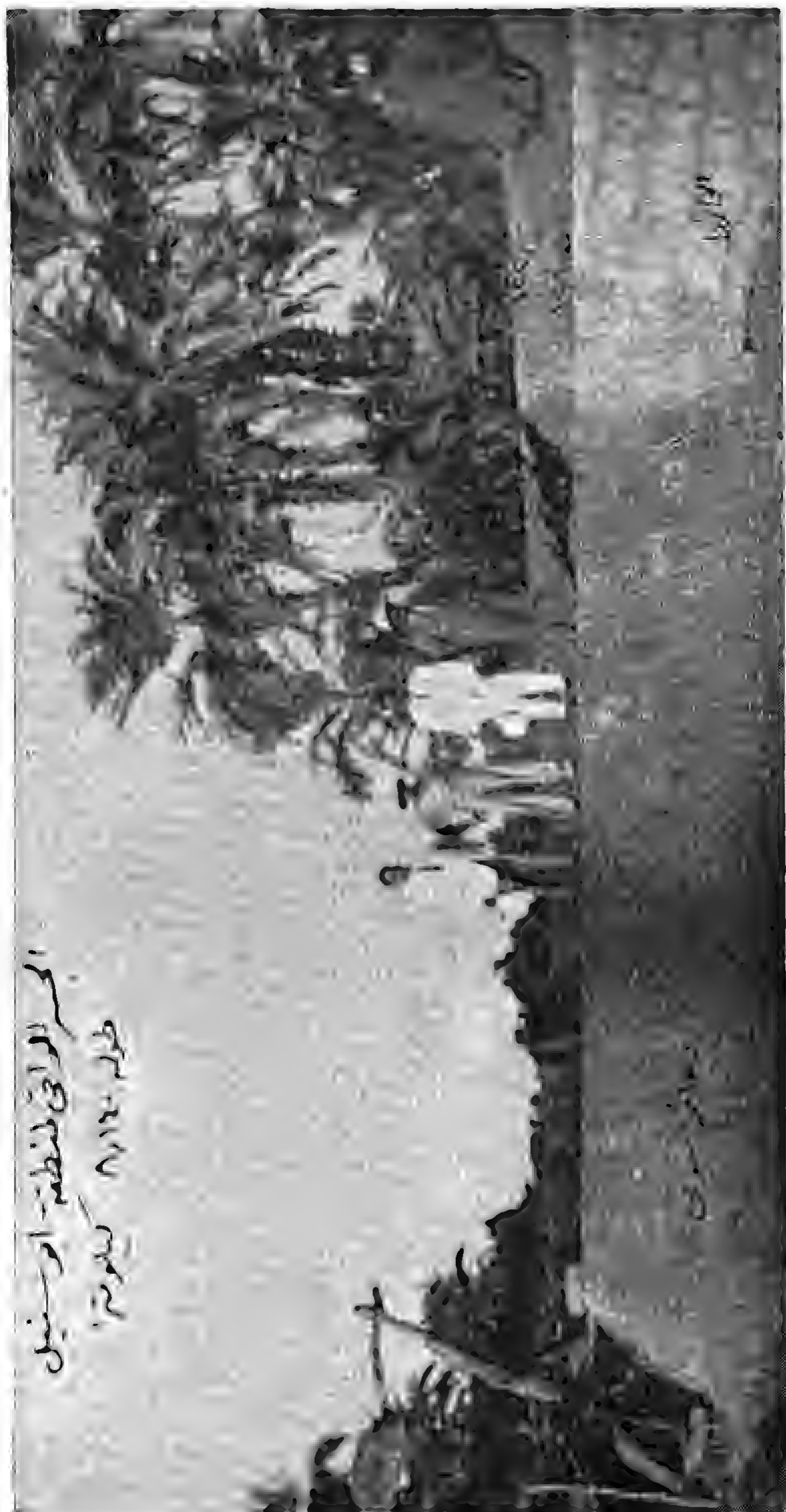
شكل (٢٥) عوامة بلانه



شكل (٢٦) برج من أبراج الدكة



شكل (٢٧) مواسير الطرد بالدكة



البحر الواقع لمنطقة أوسنيل

طوله ٨١٢٠ كيلومتر

شكل (٢٨) الجسر الواقع لمنطقة أوسنيل



جَمْعِيَّةُ الْمُهَنْدِسِينَ الْمَلَائِكَةِ الْمِصْرِيَّةِ

الطبعة الرابعة من السنة الرابعة عشر

١١٧

محاضرة

في مقاس حركات المباني

مترجمة عن الإنجليزية

ألقاها

الدكتور هريست

المدير العام لمصلحة الطبيعيات التابعة لوزارة الأشغال العمومية

بجمعية المهندسين الملكية المصرية

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٨ فبراير سنة ١٩٣٤

مطبعة الاعتماد شارع حسن الأكبر لها جها محمود الخفزي

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود (شيني) ويرسل برسمها .

في مقاس حركات المباني

أنواع الحركات في المباني :

ان أكثر هذه الحركات شيوعاً هي الأنواع الآتية : -

(١) الترجيع أو الهبوط - يرجع ذلك إلى ثقل المباني ويحدث عادة عند ما يكون الثقل غير موزع توزيعاً صحيحاً بواسطة الأساسات أو عند ما تكون التربة ذات طبيعة عجينية وأحياناً إذا كانت التربة عبارة عن رمال سائبة إذ تكون سهلة الحركة بفعل المياه وقد حدث في مدينة شيكاغو أن هبطت فيها عدة مبان بسبب انسياب الطينة العجينية في حفر عملت في الجانب المقابل من الشارع . وحدث أيضاً في لندن أن هبط حائط حوض للسفن بسبب انسياب الرمل من تحته إلى حفرة في حوض آخر يبعد ٥٠٠ متر عنه . وفي العادة لا يحدث ضرر من الهبوط إذا كان منتظماً وبدرجة واحدة في جميع أجزاء المبنى وأما إذا لم يك كذلك فإنه يحدث شروخاً وفي بعض الأحيان يكون سبباً في تداعى البناء .

العلو والهبوط تبعاً لرطوبة التربة وجفافها - وهذا يحدث في تربة

القطن بالسودان إذ تنتفخ التربة وتعلو ابان فصل الأمطار فاذا حل فصل الجفاف انكمشت فحدثت في ذاتها شروخاً كبيرة عميقة ولقد كان ذلك سبباً في حدوث أضرار جمة للمباني كما كان أيضاً سبباً في الحاق الأذى

بالروبيرات ومقاييس النيل ولا سبيل إلى إيجاد علامة ثابتة هناك إلا بادخال قضبان لولبية وانزالها إلى ما تحت القطن .

(٣) الحركات الناشئة عن تغير كمية الرطوبة في المواد — أشهر المواد التي تتأثر من هذه الحركات هي الخشب وبعض أنواع الأحجار ذات المسام فان التضيخ الذي يصيب هذه المواد في حالة تعرضها للرطوبة مما يؤدي إلى التصاق الأبواب والشبابيك واثداث شروخ في مباني الطوب والحجر .

(٤) الحركات الناشئة عن تغير الحرارة — أن حالة التمدد والانكماش التي تحدث في الحوائط الطويلة بسبب تغير الحرارة تكفي وحدها لأحداث الشروخ بالمباني إلا إذا عمل الاحتياط لمنع حصول ذلك بواسطة فواصل التمدد وقد حدث ذلك في بعض الشكنات التي بالعباسية منذ نحو ٢٥ عاما وقام المحاضر بقياس التغير الذي حدث في طول احدى الحوائط بتملك الشكنات .

ومن شأن الحركات التي تنتاب المباني بسبب تغير الحرارة أن آثارها تبدو ظاهرة جليلة في سدود الخزانات وقد عمل حساب هذا التغير في التصميم الذي وضع لتعليق خزان أسوان .

(٥) الحركات الاهتزازية - قد تنشأ هذه الحركات أحيانا من اشتداد حركة المرور في الشوارع القريبة من المباني أو من وجود ماكينات بداخلها أو من دق خوازيق على مقربة منها .

كذلك قد تسبب الرياح اهتزازات في المباني المرتفعة جداً كالمداخن الشاهقة .

(٦) الحركات الناشئة عن الزلازل — ان الأهتزازات التي تحدثها الزلازل تتخذ عادة شكل تموجات تندفع منبعثة من مركزها الأصلي وهذه التموجات تكون على أنواع شتى ولكن النوع الذي يلحق الضرر بالمباني هو التموجات العرضية التي تسير على سطح الأرض مشابهة لأمواج البحر ويمكن وصفها اجمالاً بأنها عبارة عن صعود وهبوط في الأرض مصحوبين بانحراف أو ميل في السطح وهذا الانحراف هو الذي يسبب الضرر للمباني . وقد لاحظ المحاضر أن معظم الضرر الذي نجم عن الزلازل التي حدثت في بلغاريا في شهر أبريل سنة ١٩٢٨ كان ناشئاً عن سقوط مداخن المنازل فوق سقوفها .

طرق القياس

(١) الحركات الرأسية التي لاتصحبها اهتزازات : —

ان خير الأساليب التي تتبع لقياس هذه الحركات هو استعمال ميزان دقيق لتحديد فرق المنسوب بين علامات ثابتة في المباني وبين الروبورات الخارجية البعيدة عن جميع الاضطرابات .

وقد اتبعت مصلحة المساحة المصرية هذه الطريقة لتحديد مقدار الحركة الرئيسية في المباني الجديدة لسراى المحكمة المختلطة بالقاهرة . وقد تفضل حضرة صاحب العزة المدير العام لهذه المصلحة وسمح لي بذكر نتائج المقاسات التي قامت بها المصلحة وهذا يانها : —

النقطة رقم ٢٣ بالوجهة الخلفية للمبنى	مقدار الهبوط بالمليمترات	النقطة رقم ٨ الواقعة بمحور الوجهة الأمامية للمبنى	١٩٣١
		المنسوب بالأمتار	
١٩٩٢ر١٩	٦	١٩٧٤٤ر	مارس
	٥	٧٣٨ر	يونيه
	٦	٧٣٣ر	سبتمبر
			١٩٣٢
	٤	٧٢٧ر	يناير
	٣	٧٢٣ر	مارس
	٥	٧٢٠ر	يونيه
	٣	٧١٥ر	سبتمبر
			١٩٣٣
	٢	٧١٢ر	يناير
	٢	٧١٠ر	مارس
	١	٧٠٨ر	يونيه
	٢	٧٠٧ر	سبتمبر
			١٩٣٤
١٩٩١ر١٩		٧٠٥ر	يناير

ومن هذه البيانات يرى ان الهبوط الذي انتاب الوجهة الأمامية

المبنى آخذ في التناقص تدريجاً بينما يتضح أن الواجهة الخلفية يكاد لا يكون قد حدث بها هبوط على الإطلاق وهذه الطريقة تؤدي إلى تبيان الحركة الفعلية للمبنى بالنسبة إلى نقط خارجية ثابتة .

أما ميل المباني بسبب عدم تساوى الهبوط فيمكن قياسه بميزان روح تسوية حساس يركب على مسامير مثبتة في حائط المبنى ويراعى وقايتها من الغبار والصدأ . ويمكن لهذا الميزان أن يقيس ميلا قدره ثانية واحدة من الزاوية المحيطية أو بمعنى آخر يمكنه أن يبين فرق هبوط مقداره ١ر٠ ملليمتر عن كل ٢٠ متراً . ويمكن بالتخاذ التدابير المناسبة قياس الميل في كلا الاتجاهين طولاً وعرضاً . وهذه الطريقة على ما أعلم لم تسبق تجربتها في القطر المصرى ولكنها ربما أدت إلى الحصول على نتائج مرضية .

وإذ ما حدث تشقق في أحد الأبنية أمكن قياس حركة أحد جانبي الشرخ بالنسبة إلى الجانب الآخر بواسطة ورنية وذلك بأن تلصق إحدى المسطرتين بالجانب الواحد والأخرى بالجانب الآخر من الشرخ كما يرى ذلك في الشكل رقم (١) . وقد صنعت ورنية لهذا الغرض في ورشة مصاحبة الطبيعيات وهى مستعملة الآن في مباني المحكمة المختلطة الجديدة ويمكن أن يقاس بها إلى أعشار الملليمتر .

وكذلك يمكن أن تقاس حركات جانبي الشرخ بالنسبة لبعضها بواسطة ميكرومتر خاص يسمى Crack Micrometer وهو من صنع شركة كبرديج للآلات العامة ويحتوى على ميزان حساس كالميزان السابق

وصفه وميكرومتر ويمكن بواسطته قياس المركبة الرأسية للحركة النسبية لجانبي الشرخ . (الشكل رقم ٢)

وعند استعمال هذه الآلة يثبت قضيبان من المعدن عموديان على الحائط ويكون كل منهما على أحد جانبي الشرخ (كما يرى في الشكل) ويحمل الميكرومتر على ذينك القضيبين ثم يضبط الميزان بواسطة بريمة الميكرومتر ويقرأ رأس الميكرومتر ويدون . فالفرق بين القراءات المتتالية يعطينا الحركة النسبية التي حدثت في جانبي الشرخ أثناء فترات القراءة وإنما ينبغي أن تكون القضبان التي تستعمل لهذا الغرض من معدن غير قابل للصداً حتى يبقى محتفظاً بأبعاده مدداً طويلة . وهذا النوع من المعدن هو « المونل » وهو مركب من النيكل بنسبة ٦٩ في المائة ومن النحاس الأحمر بنسبة ٢٨ في المائة ومن الحديد بنسبة ٢ في المائة ومن كميات طفيفة من مواد أخرى .

الحركات الأفقية التي لا تصحبها اهتزازات :

خير الطرق التي تستخدم في المباني الكبرى لقياس التغير في المسافات الأفقية بين مختلف أجزاء المبنى هي استعمال أسلاك الأنفر « Invar » والأنفر هو مزيج معدني من النيكل والصلب وخاصيته ان معامل تمدده بالحرارة منخفض جداً وبيان ذلك ان :

معامل التمدد في الصلب هو ١ على ١٠٠٠٠٠ لكل درجة حرارة بميزان سنتيجراد .

ومعامل التمدد في إحداث أنواع الأنفر هو ٦ على ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠
لكل درجة حرارة بميزان سنتيجراد .

ومعامل التمدد في مباني الطوب نحو ١ على ١٠٠٠٠٠٠ لكل درجة
حرارة بميزان سنتيجراد .

ومعامل التمدد في المباني بالحجر نحو ٥ على ١٠٠٠٠٠٠ لكل درجة
حرارة بميزان سنتيجراد .

ولذا يستعمل الأنفر بكثرة لقياس خطوط القواعد في أعمال المساحة.
بفضل قلة تغير طوله مع الحرارة يعطى نتائج غاية في الدقة وقد استخدمت.
مصلحة المساحة المصرية هذه الطريقة في مقاسات مبنى المحكمة المختلطة.
الجديدة وكيفية ذلك ان يركب على الحائط في نقط متعددة قضبان من
النحاس الأصفر وعليها علامات رفيعة ثم يشد سلك الأنفر بواسطة أثقال.
معلقة بحبلين فوق بكرات تبرم في مقابض في الحائط وعند ذلك يكون
السلك قريباً من العلامات التي ينسب اليها المقاس فتقرأ المسافة التي بين
العلامات على مساطر مركبة على نفس السلك وقد أتت هذه الطريقة
بنتائج حسنة في مباني المحكمة المختلطة فقد أدت إلى معرفة مقدار الانكماش
الذي حدث في المباني تبعاً لما حدث من الانخفاض في الحرارة وتبين من
ذلك أن طولاً قدره ٦٤ متراً في السقف قد انكمش بمقدار ٣٣ ملليمترات.
بين أول نوفمبر سنة ١٩٣٣ وأول يناير سنة ١٩٣٤ . أما الحركات التناسبية
لجانبي الشرخ أو لوصلة التمدد فيمكن قياسها بالميكرومتر العادي وهو عبارة

عن بريئة محكمة الضبط ولها رأس مقسم إلى أقسام تبين كسور الدورة .
ولاستعمال هذه الآلة تثبت عوارض معدنية بالأسمت على جانبي الشرخ
لتكون بمثابة نقط محددة تتحرك بتحريك البنيان وتقاس المسافة بينهما
بواسطة الميكرومتر . وقد عمل هذا بمباني المحكمة المختلطة منذ بضعة أشهر
وقد أدخلت شركة كبرديج للآلات العلمية تحسيناً جديداً على
الميكرومتر العادي بصنع آلتها المسماة ميكرومتر الشروخ Crack
Micrometer وهو المبين في الشكل رقم ٣ ويستعمل بتثبيت قضيبين
اسطوانيين مصنوعين من معدن « المونل » داخل الحائط على جانبي
الشرخ بمنسوب واحد ويركب الميكرومتر فوق أحد القضيبين ويدار
رأسه حتى يمس ذراعه القضيب الآخر ويقراً عند ذلك رأس الميكرومتر
وقد استنبط ميكرومتر آخر للشروخ لقياس الحركة النسبية لجانبي
الشرخ في مستوى عمودي على مستوى الحائط .

ولدوام تسجيل التغيرات في اتساع وصلات التمدد وفي الشروخ صنعت
ورشة مصلحة الطبيعيات آلة خاصة لرسم هذه التغيرات تسمى
(اكستنسجراف) وهي عبارة عن اسطوانة تديرها عدة ساعة بحيث تتم
الدورة الواحدة في ظرف أسبوع ويرسم عليها قلم تسجيل متصل بمجموعة
من الأذرع وتوصل الاسطوانة ونقطة ارتكاز قلم التسجيل بأحد جانبي
وصلة التمدد ويوصل طرف مجموعة الأذرع بالجانب الآخر وبذلك تكبر
الحركة النسبية لجانبي الوصلة بواسطة هذه الأذرع فتسجل على ورقة ملفوفة
على الاسطوانة كما يرى في الشكل (٤) . وقد استعمل هذا الجهاز في مبنى

المحكمة المختطة لقياس مقدار الحركة اليومية التي تحدث في المبنى من جراء تغيير الحرارة وقد ظهر من الرسومات التي يسجلها الاستنسجراف وجود تغيير يومية في سعة وصلة التمدد يبلغ ٢٠/١ من المليمتر بينما يقدر مدى التغيير اليومي في الحرارة داخل الحائط بدرجة واحدة بمقياس سنتيجراد .

ويبين الشكل رقم ٥ وجود علاقة واضحة بين سعة الوصلة والحرارة داخل الحوائط وقد قيست الحرارة داخل الحائط بادخال بصيلة (Bulb) ثرموغراف خاص في الحائط .

ويبين الشكل رقم ٦ مقدار التغير الذي طرأ على وصلة تمدد أخرى في المدة من ٢٠ سبتمبر ١٩٣٣ إلى ٣١ يناير ١٩٣٤ وسننتظر حتى تعود الحرارة إلى مقاديرها الأولى لنرى هل حدثت تغيرات مختلفة في سعة وصلة التمدد أم لا ، وبسبب امتزاج التغيرات الناشئة عن الحرارة بالتغيرات الأخرى الناشئة عن هبوط البناء يكون من العسير تفسير التسجيلات التي تدونها آلة الاستنسوغراف .

٣ - قياس اهتزازات المباني

حدث أثناء قيام الحرب الكبرى أن طلب إلى المحاضر إبداء رأيه فيما إذا كان من المحتمل أن ينال صهريج المياه بمصر الجديدة ضرر ما بسبب الاهتزازات الناتجة من إطلاق المدافع الضخمة . فلاجل معرفة ذلك أقام جهازاً مكوناً من حوض مليء بالزئبق ووضع فوق سطح الصهريج

ومرآة لتعكس أشعة الشمس على الزئبق وستارة تتلقى انعكاس الشمس من حوض الزئبق فكان هذا الانعكاس يظل ثابتاً تماماً عند إطلاق المدافع بينما يتذبذب بدرجة كبيرة إذا ما مشى شخص فوق سطح الصهريج ، وإنما في الوقت الحاضر وجدت وسائل خير من ذلك لتسجيل الاهتزازات فهناك آلة تسمى الفيبروجراف أى آلة تسجيل الاهتزاز تصنعها شركة كمبردج للآلات العلمية وهى تعمل على نوعين أحدهما لتسجيل الاهتزازات الأفقية والآخر لتسجيل الاهتزازات الرأسية ويوجد في كليهما كتلة حديدية ثقيلة الوزن متصلة بواسطة لولب من الصلب بحامل يحمل اسطوانة خاصة ويوضع هذا الحامل على البناء المراد تسجيل اهتزازاته فيهتز باهتزاز البناء بينما تبقى الكتلة الحديدية ثابتة . وتوجد رافعة تتصل بهذا الثقل الحديدى وهى تحمل سنّاً خاصاً للتأشير في شريط من الباغة ملفوف حول الاسطوانة وتدار الاسطوانة بعدة كعدة الساعة فيحدث السن المذكور قناة سطحية غير عميقة في شريط الباغة ومتى أضيئت هذه القناة عملت كما تعمل العدسة وترى عند فحصها بالمكروسكوب في شكل خطين متوازيين ويمكن وضع علامات تدل على الزمن بواسطة سن آخر في داخل الاسطوانة خلف الباغة ويمكن أن يدار هذا السن بالكهرباء بواسطة بطارية وساعة توصل التيار الكهربائى في فترات متقطعة ومقدار كل منها عشر ثانية .

والشكل رقم ٧ يبين مدى الاهتزازات الأفقية مكبرة إلى عشر أمثالها كما أن الشكل ٨ يوضح مفردات هذا الجهاز في صورة جلية .

فهرى كتلة الحديد M مدلاة من الحامل بثلاثة أشرطة رأسية من الصلب وهى المرموز لها بحرف B وحين انتقال الاهتزازات الأفقية إلى الحامل يمنع القصور الذاتى فى الكتلة المذكورة تحول مركبة الحركة فى الاتجاه الواحد من الانتقال إلى الكتلة الحديدية التى تبقى ثابتة فى ذلك الاتجاه بينما يتحرك الحامل بحسب الاهتزازات الحاصلة . ويرتبط الثقل الحديدى المشار اليه بواسطة الشريط المعدنى P بالرافعة G التى تدور فوق أطراف سكينية وحركة القاعدة بالنسبة لهذا الثقل تجعل الرافعة تحدث بمقدار ذلك حركات تذبذبية صغيرة تسجل على الشريط الباعة المتحرك المرموز له بحرف A بواسطة السن S المحمول فوق لولب متصل بطرف الرافعة G . وهذا الشريط ملفوف حول اسطوانة مشقوقة مرموز لها بحرف D تدور بواسطة عدة ساعة . ويمكن تغيير سرعة شريط الباعة بتحريك المؤشر J . وترسم خطوط مستوى المقارنة الزمنية على السطح السفلى للشريط . بسن آخر يبرز من خلال فجوة ضيقة بين جزئى الاسطوانة المشقوقة D وهذا السن يدار بواسطة مغناطيس كهربائى صغير وهو المشار اليه بحرف T . والجهاز معد بحيث يمكن ضبط سن تسجيل الاهتزاز فى موضع الصفر وبحيث يتسنى أن يضغط هذا السن على الفلم ويرفع عن سطحه عند ما يراد إزالة الفلم أو تجديده أو عند إزالة الآلة نفسها . وعدة الساعة التى تدار بها الاسطوانة يمكن تشغيلها أو إيقافها عن العمل بواسطة المفتاح U وعند تحريك الآلة يصير ربط الكتلة الحديدية M بواسطة الرافعة E ويوجد مسامير ضبط برمية معدة لتسوية الآلة وهناك أيضاً روح تسوية مستدير الشكل مركب فوق

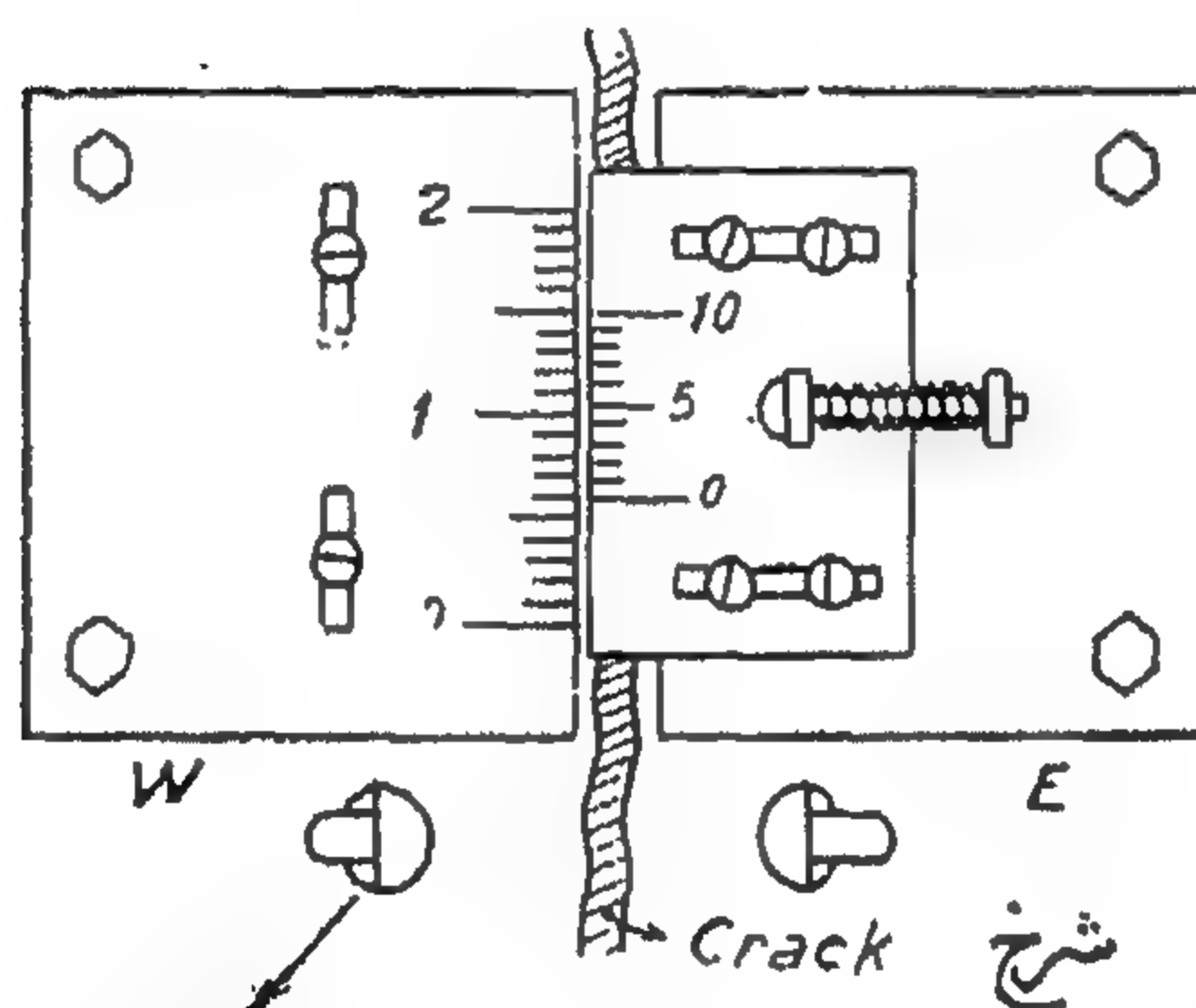
السطح العلوى للقاعدة تسهيلا لذلك .

وقد وضعت آلة مناسبة تفيد في قطع التيار لأجل تشغيل المغناطيس الكهر بائى الذى يدير سن تسجيل الوقت وهذه الآلة عبارة عن عدة ساعة تصل وتقطع دائرة كهربائية فى فترات منتظمة قدر الواحدة منها جزء من عشرة من الثانية فتحدث نقرات جليلة على هذا السن فى تلك الفترات وهذا الجهاز لا يناسب لتسجيل الاهتزازات البطيئة .

ويمكن فحص ما يسجل على الشريط الباغة بواسطة المسكوكوب كما يمكن تكبير هذه التسجيلات بالفوتوغرافيا . ومن مزايا هذه التسجيلات أنه يمكن فحصها فوراً بمجرد عملها وبذلك يمكن تغيير ترتيب العمل طبقاً للنتائج التى يصير الحصول عليها وهذه الطريقة تفضل كثيراً طريقة التصوير الفوتوغرافى التى تحتاج إلى تحميص وتثبيت قبل أن يمكن فحصها . ويبين الشكل ٩ بعض تسجيلات أخذت بواسطة آلة الفيروجراف الأفقى الشبيهة بالآلة التابعة لوزارة الأشغال العمومية . وهذه الآلة يمكن استعمالها لتسجيل اهتزازات الكبارى أو الآلة الميكانيكية حيث يستطيع الاستدلال بها على ما إذا كانت هذه الآلات غير منتظمة الحركة أو أن أجزائها المتحركة مختلفة التوازن .

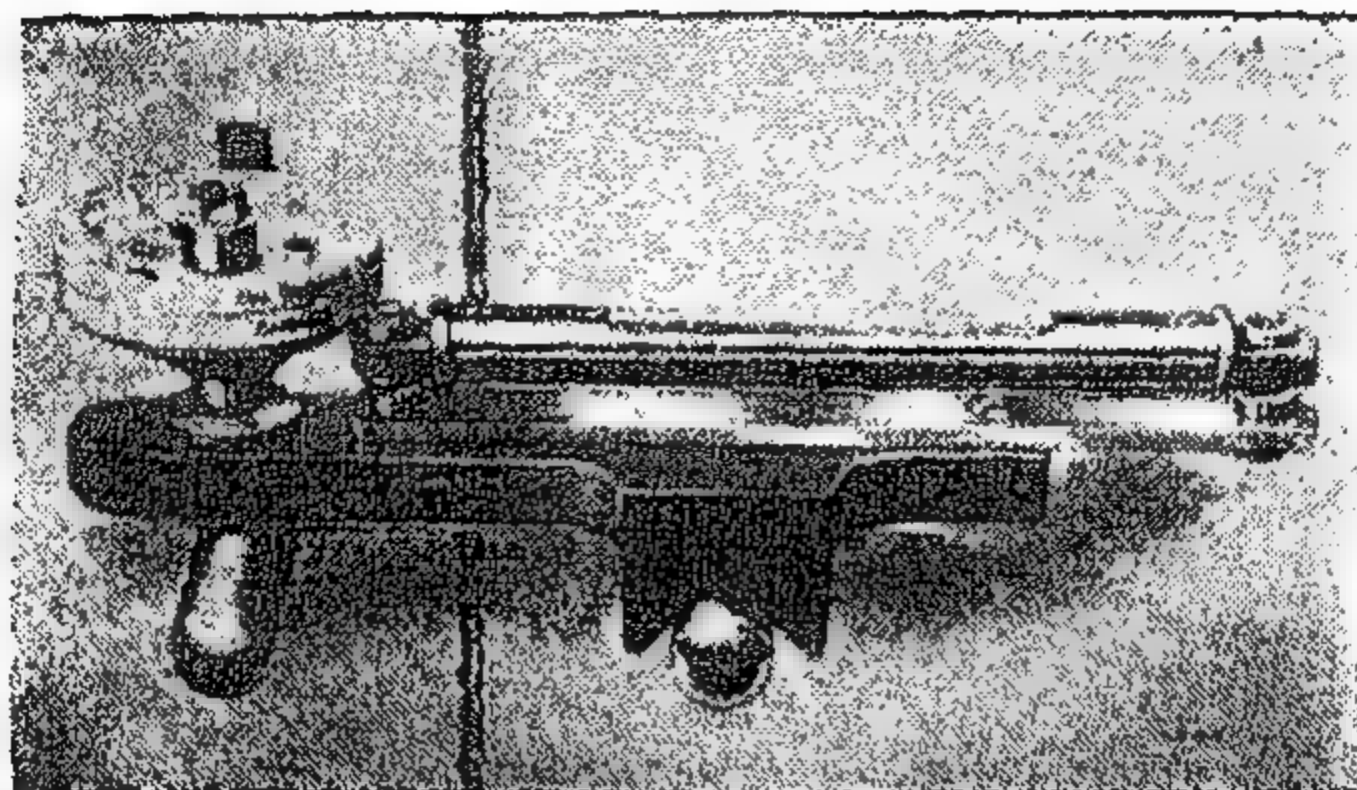
ورنیه مقیاس (شرح)
Crack Vernier

Fig. 1
شکل نمبر ۱



Metal rods for use with an ordinary micro meter

قضبان معدن تستعمل مع میکرو متر عادی

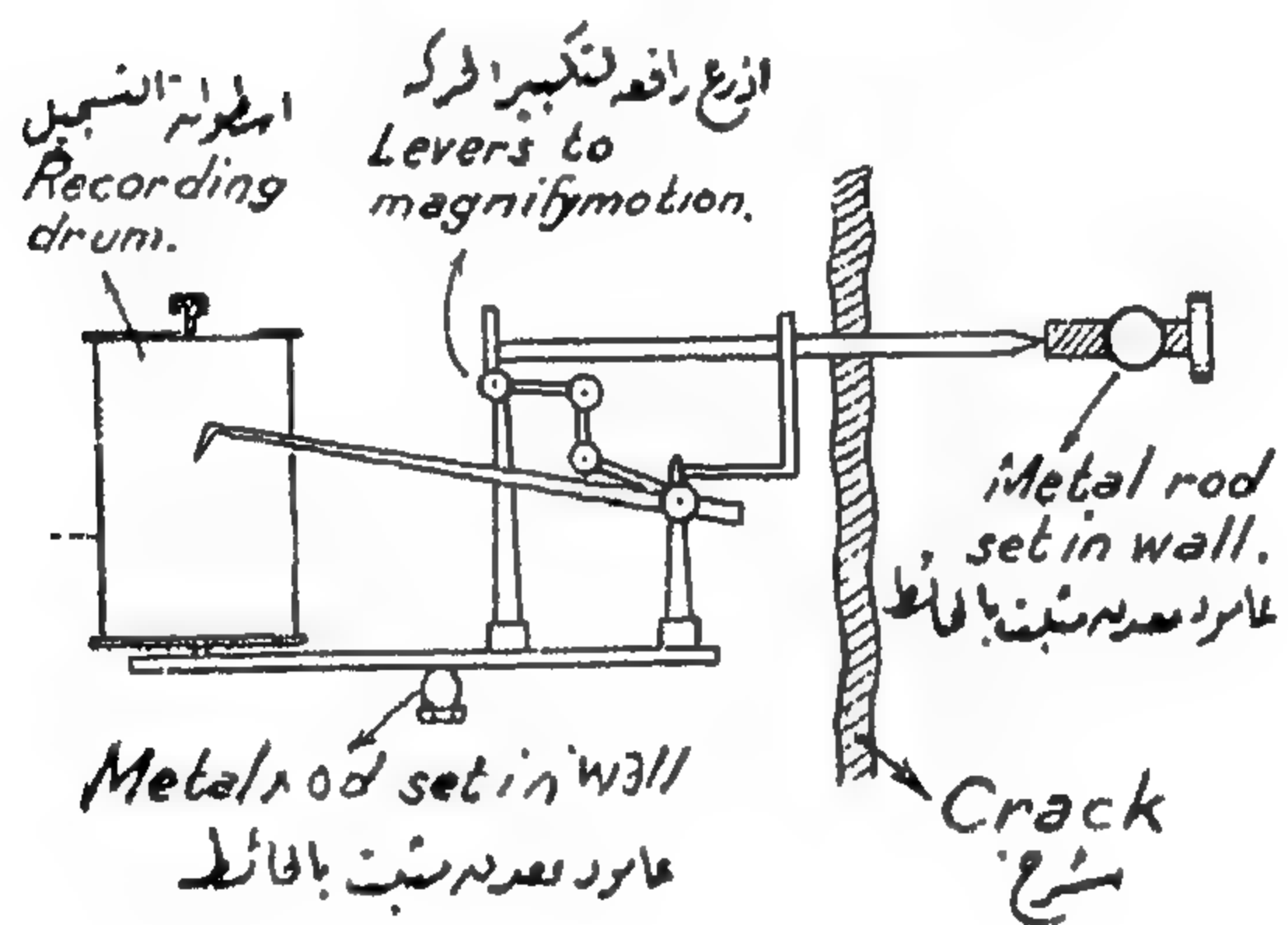


شکل ۲



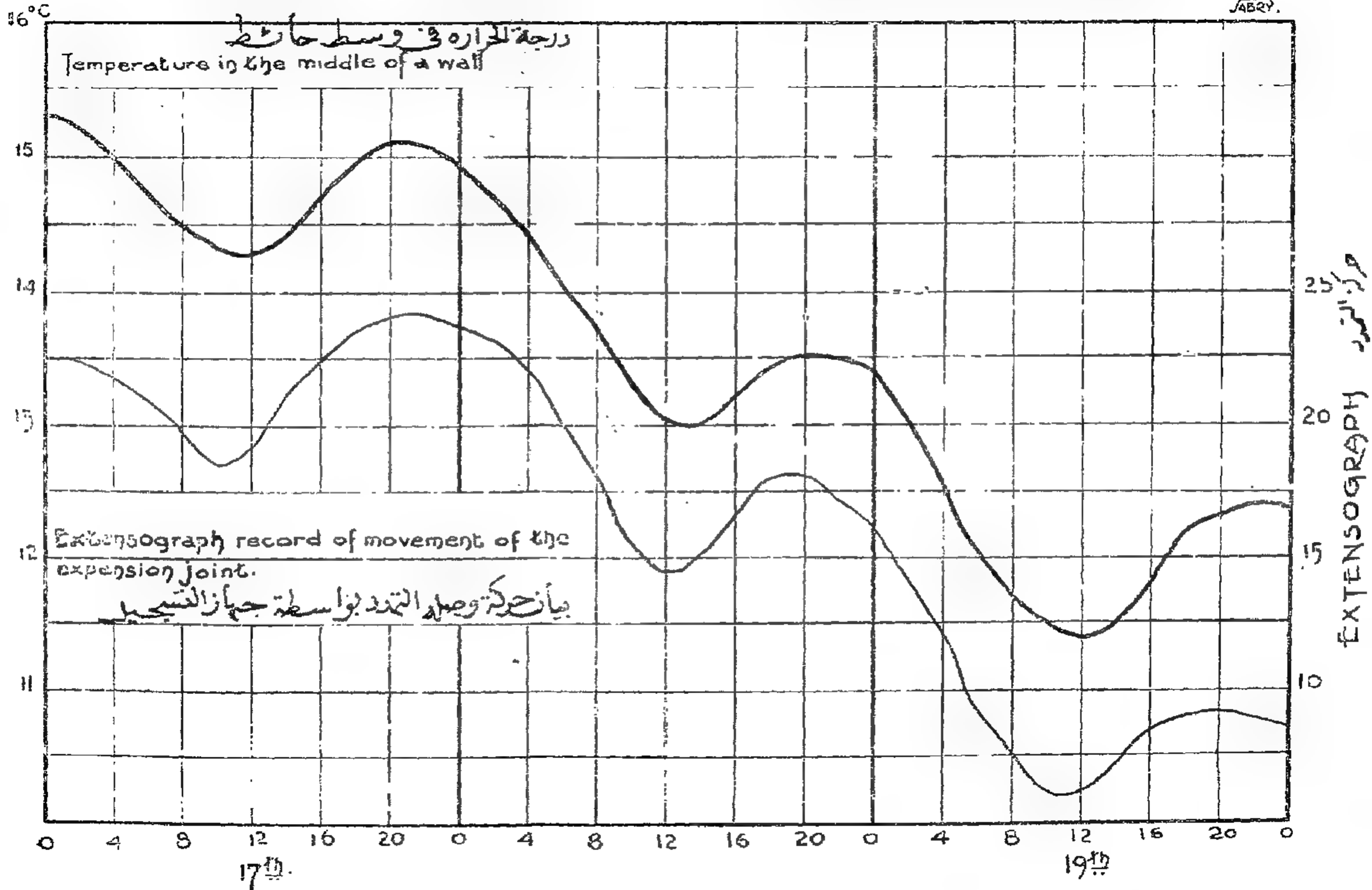
شکل ۳

جهاز تسجيل التمدد
 EXTENSOGGRAPH.
 Fig. 4.
 شكل أربعة



MIXED COURTS BUILDING

مبنى المحاكم المختلطة

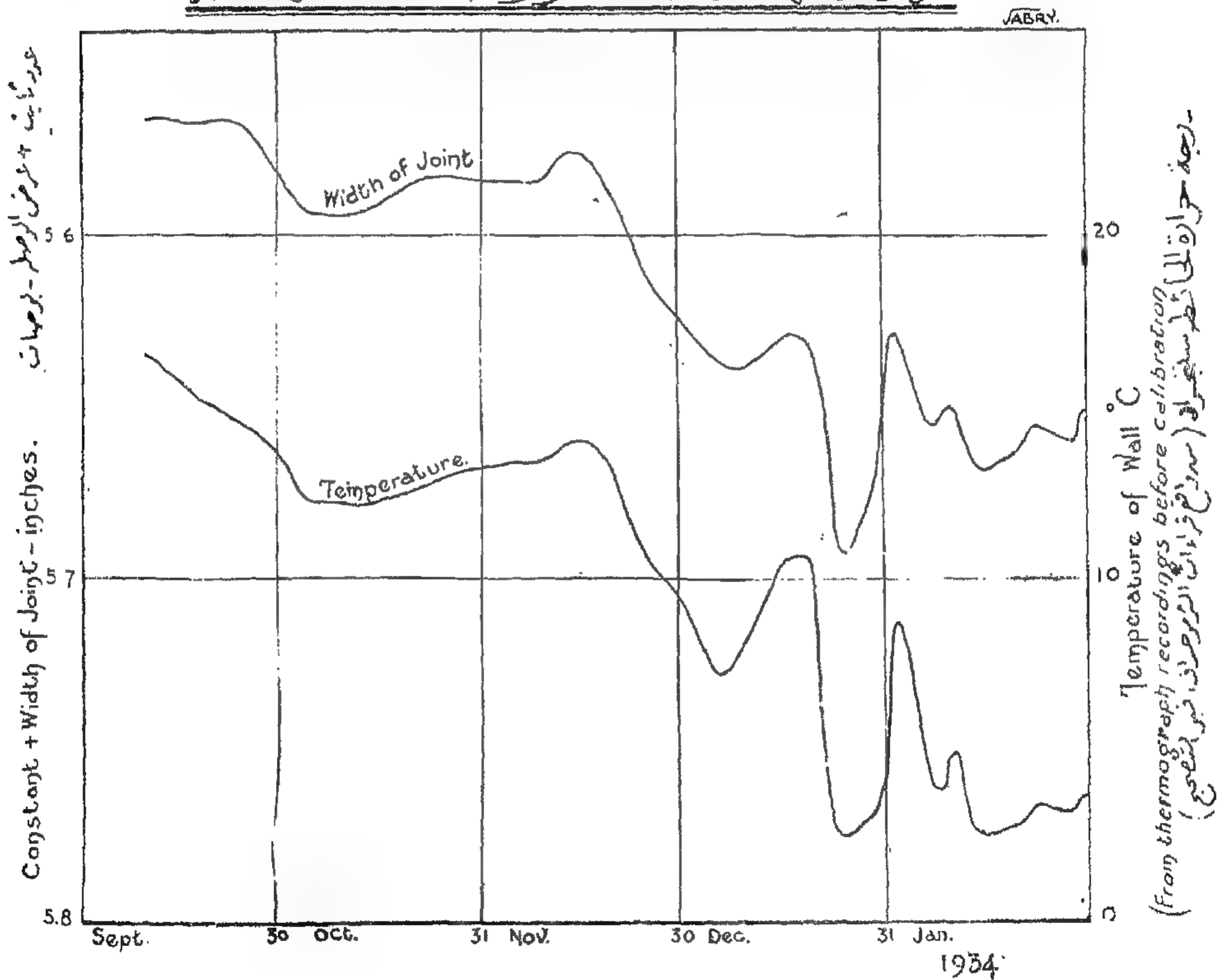


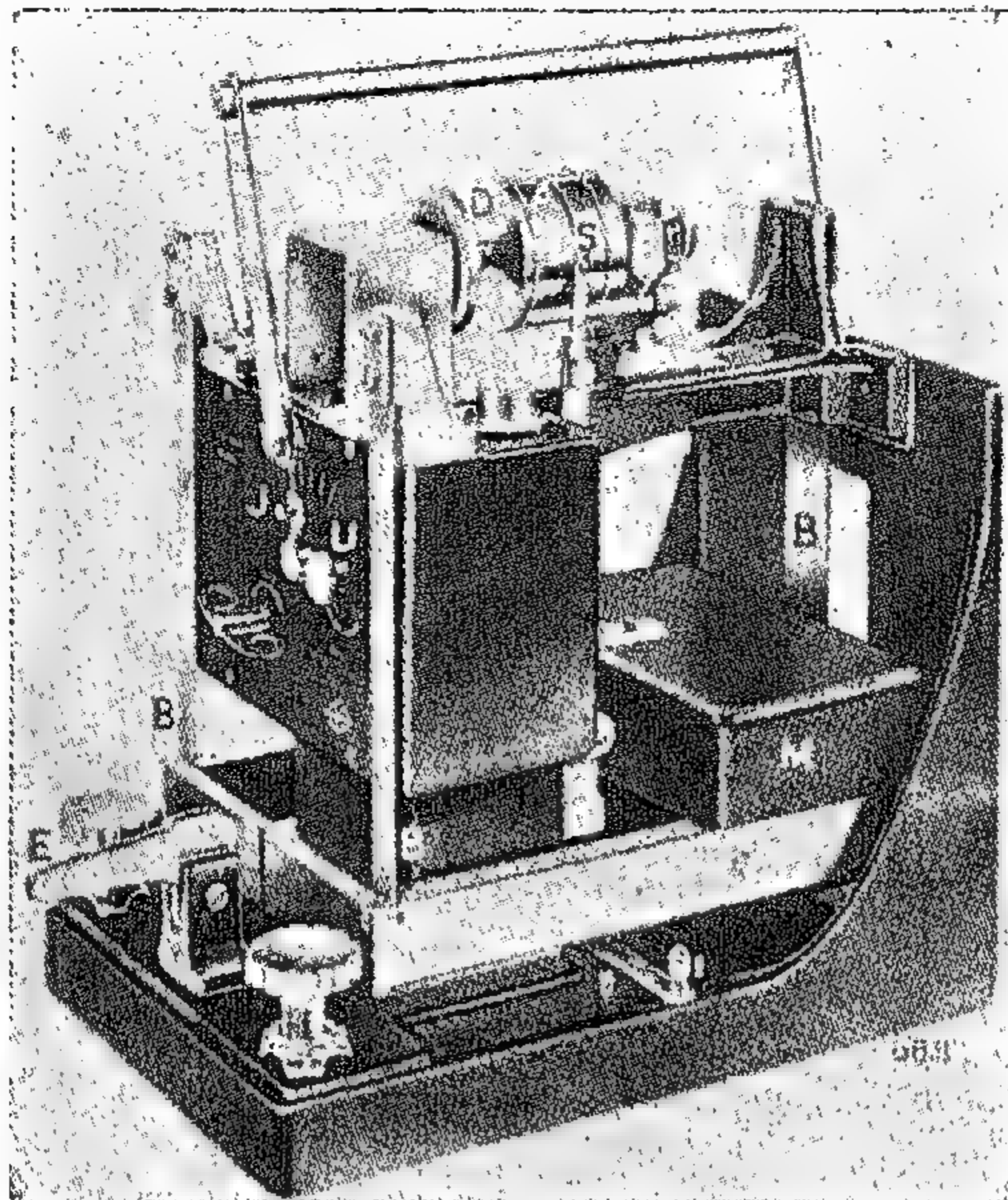
شكل رقم ٦

Fig 6

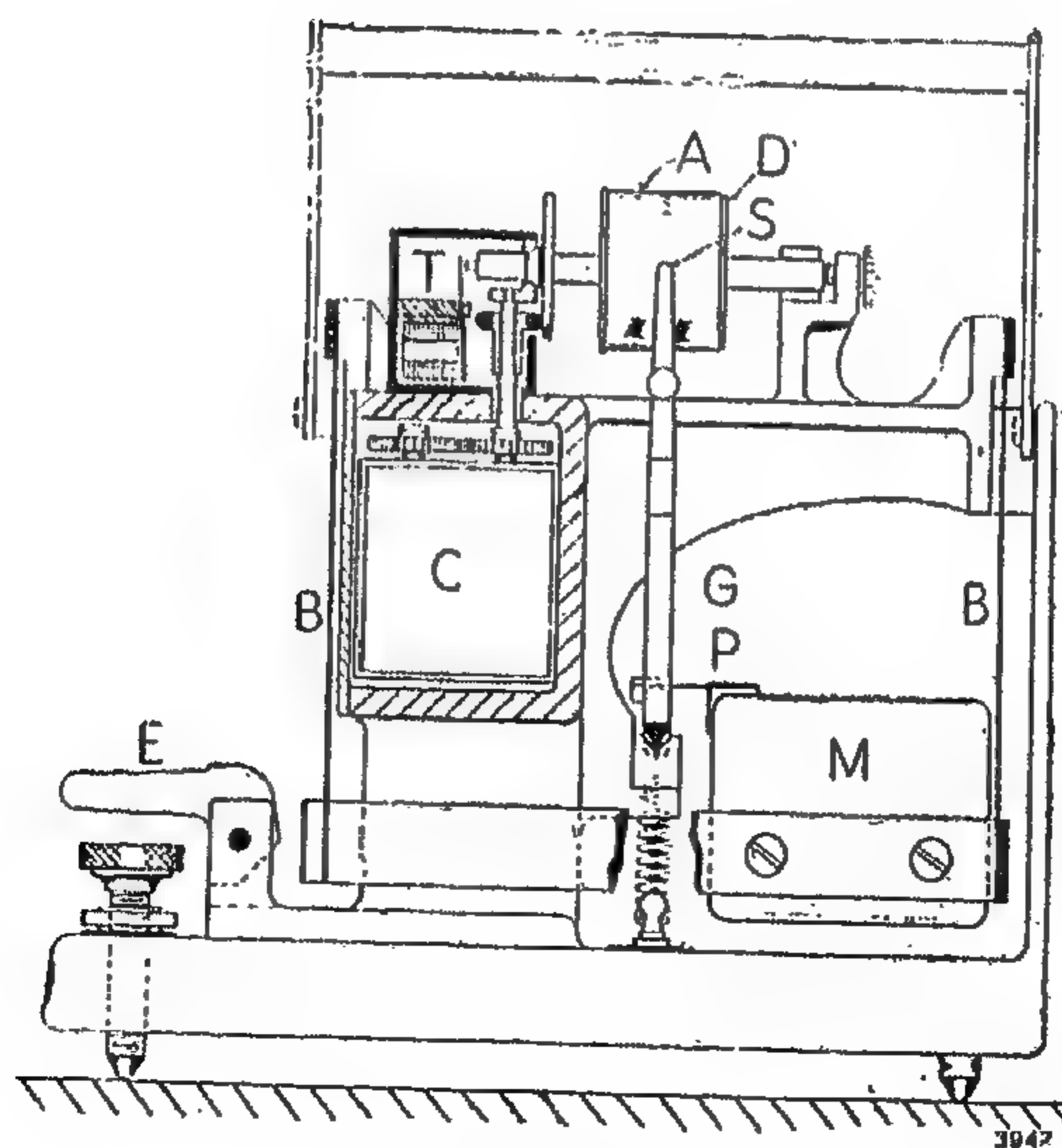
WIDTH OF EXPANSION JOINT AND TEMPERATURE OF WALL
IN MIXED COURTS BUILDING.

عرض وصلة التمدد ودرجة الحرارة بمباني المحاكم المختلطة



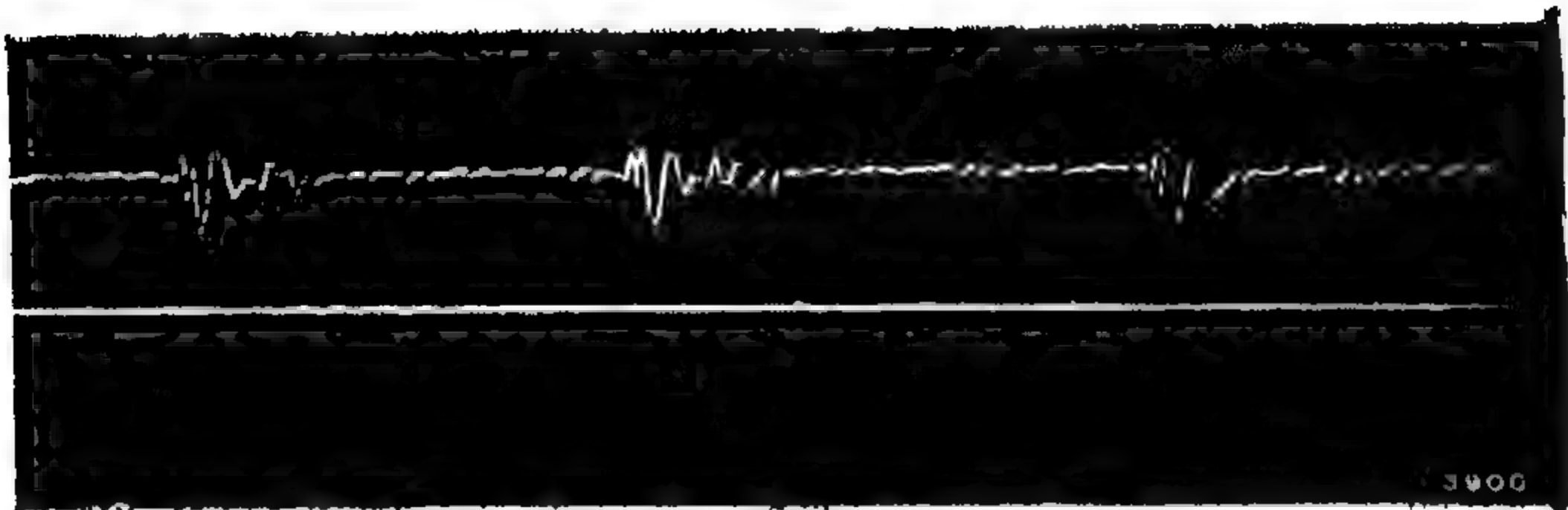


شکل ۷

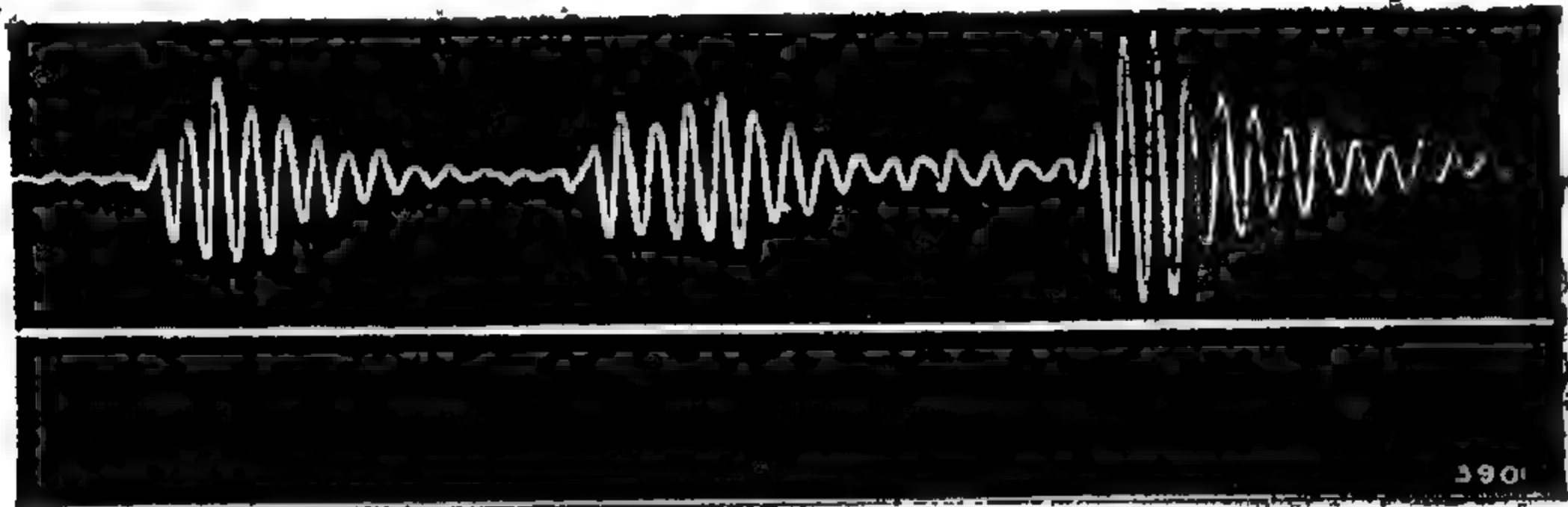


شکل ۸ Fig 8

(أ) α



(ب) β



(a) Vertical and (b)
Horizontal vibrations
in a large building due
to pile-driving in adjacent
ground. (Magnification
about 120 linear.)

أ، رأسي و (ب) الاهتزازات افقية
في مباني كبيره متسببه من مد رده خرايريه
في اراضي مجاوره
(تكتبه مبدئياً بـ مقدار ٢٠ مرة تقريباً)

شكل ٩

from a horizontal vibrograph *similar to the one* belonging to the Ministry of Public Works. This instrument could be used for recording vibrations of bridges or of machinery and might give evidence in the latter case of uneven working or lack of balance of the moving parts.

The Mass M is suspended by three vertical steel strips B from the stand. When horizontal vibration are imparted to the stand the inertia of the mass prevents the component of the movement in one direction from being transmitted to the mass, and the latter therefore remains stationary in this direction while the stand moves in accordance with the vibrations. The weight is connected by a metal strip P to the lever G which turns upon knife edges, and the movement of the stand relative to the weight causes this lever to execute corresponding small rocking movements which are recorded on the moving strip of celluloid A by the stylus S carried upon a spring attached to the end of the lever G.

The strip is wrapped around a split drum D, which is rotated by clockwork.

The speed of the film can be varied.

Time-datum lines are marked on the under surface of the strip by a second stylus which projects through the narrow gap between the two portions of the split drum D. This stylus is operated by the small electro-magnet T. Adjustments are provided for the zero position of the vibration-recording stylus, and for its pressure against the film, while it may be raised from the film surface in the manner described on page 3 when it is desired to remove or renew the film or to move the instrument. The clockwork mechanism is started or stopped by rotating a switch.

When the instrument is being transported the Mass M is clamped by means of the lever E. Adjustable screwed toes are provided for levelling the instrument, and a circular spirit level fitted on the upper portion of the stand facilitates this operation.

A convenient form of contact breaker has been designed to actuate the electromagnet which operates the time-recording stylus. It comprises a clock mechanism arranged to make and break an electric circuit at regular intervals of 0.1 second, causing definite "kicks" of the stylus at these intervals. The apparatus is not suitable for recording slow vibrations.

The celluloid records can be examined with a microscope or enlarged by photographs. They have the advantage that a record can be examined immediately it is made and the programme of work altered as required by the results obtained. This is much more convenient than photographic records which need to be developed and fixed before they can be examined. Fig. 9 shows some records

in the middle of a wall is about 1° C. Fig 5 shows how close is the relation between the width of the joint and the temperature inside the walls. The temperature inside a wall is measured by burying the bulb of special thermograph in the wall. The change of another expansion joint from September 20, 1933 to January 31, 1934 is shown in Fig. 6. We shall have to wait until the temperature returns to its former values to see if there has been any progressive change in the width of the expansion joint. The superposition of temperature changes on those due to settling of the building is a difficulty in interpreting these records.

3) Measurement of vibrations of buildings. During the war I was called to give an opinion on the possibility of damage to a water tank at Heliopolis owing to vibrations caused by the firing of heavy guns. To test this an apparatus was set up which consisted of a pool of mercury resting on the roof of the tank, a mirror to reflect the sun on to the mercury and a screen to receive the reflection of the sun from the mercury pool. This reflection remained perfectly steady when guns were fired but became very unsteady when anybody walked on the roof of the tank.

At the present time better means of recording vibrations are available. The Cambridge Scientific Instrument Company makes an instrument called a vibrograph. This can be obtained in two forms, one for recording horizontal, the other for recording vertical vibrations. In both a heavy weight is attached by light steel springs to a stand which carries a drum. The stand is placed on the structure whose vibrations are to be recorded, and so vibrates with the structure while the heavy weight tends to remain stationary. A lever attached to the weight carries a marking point or stylus which marks on a celluloid strip wound round the drum. The drum is rotated by clockwork. The point makes a shallow cylindrical groove in the celluloid and this groove when illuminated acts as a lens and usually shows up as two parallel lines when seen through a microscope. Time marks can be made on the record by another stylus which is inside the drum behind the celluloid and which can be put in circuit with a battery and a clock giving contacts at intervals of $1/10$ second.

In the horizontal vibrograph shown in Fig. 7 the amplitude of vibration is magnified 10 times.

The details of the apparatus are obvious from Fig. 8.

The invar wire is stretched by weights suspended by cords over pulleys which are screwed into holders in the walls.

When this is done it lies near the reference marks and the distance between the marks is read on scales on the invar wire. This method has given good results at the Mixed Courts, and shows how the building has contracted owing to the lowering of temperature which has taken place.

A length of 64 metres of the roof contracted 3.3 millimetres between November 1. 1933. and January 1. 1934.

The differential movements of the two sides of a crack or of an expansion joint can be measured with an ordinary micrometer. This consists of an accurate screw with a divided head to show fractions of a turn. To use this instrument metal studs are set in cement on either side of the crack so as to give definite points which move with the masonry and the distance between these studs is measured with the micrometer. This has been done at the Mixed Courts for some months.

An improvement on this is the Crack Micrometer of the Cambridge Scientific Instrument Company which is shown in Fig. 3. Two cylindrical rods of monel metal are set in the wall one on either side of the crack at the same level.

The micrometer rides on one, and the head is turned until the boss at its centre just touches the other rod, and the micrometer head is then read.

A crack micrometer has also been devised to measure the relative motion of the two sides of a crack perpendicular to the plane of the wall.

In order to register continuously the changes of width of an expansion joint or a crack an extensograph was constructed in the Physical Department Workshop. This apparatus consists of a clockwork drum which revolves once in a week and a recording pen which is connected to a system of levers. The drum is attached to one side of the joint, and so is the fulcrum of the pen, but the end of the system of levers is attached to the other side of the joint so that the relative motion of the two sides is magnified by the levers and recorded on a paper chart as in Fig. 4.

This instrument was designed to show the regular daily movement of the Mixed Courts building due to temperature.

The records show a regular daily variation of the width of the expansion joint of $1/20$ millimetre. The daily range of temperature

need to be carefully protected against dust and corrosion.

If a building has cracked the motion of one side of the crack relative to the other can be measured with a Vernier arrangement, one scale being attached on one side and the other on the other side of the crack. (Fig. 1).

This instrument was made in the workshop of the Physical Department and is in use at the New Mixed Courts. It measures to tenths of millimetres. Relative motion of the sides of a crack can also be measured with a special instrument called a Crack Micrometer made by the Cambridge Scientific Instrument Co. This makes use of a sensitive level like the one already described and a micrometer screw and gives the vertical component of the relative motion (Fig. 2)

In setting up this instrument metal rods are fixed in the wall perpendicular to it on either side of the crack as in the figure and the micrometer is supported on these. The level is then adjusted by the micrometer screw and the reading of the micrometer head recorded. The difference in successive readings gives the relative motion of the sides of the crack in the interval. The rods should be of some metal which is not easily corroded, so that it retains its dimensions over long periods of time. Such a metal is "monel" metal an alloy of nickel (69 %), copper (28 %), iron (2 %) with small amounts of other substances.

2) Horizontal movements which are not vibratory.

In a large building the best way to measure changes of the horizontal distances between various parts of the building is with invar wires. Invar is an alloy of nickel and steel which has a very low coefficient of expansion with temperature. Thus

The coefficient of expansion of steel is $1/100.000$ per degree
centigrade

»	»	»	»	» the latest invar is $6/100.000.000$
»	»	»	»	» brick walls is about $1/100.000$
»	»	»	»	» masonry is about $5/1.000.000$

Invar is extensively used to measure base-lines for surveys and owing to its small change of length with temperature can be made to give results of the highest precision. This method has been used by the Survey of Egypt at the New Mixed Courts building. Brass rods with fine marks on them have been set in the walls at various points.

1 9 3 1	Point No 8 Centre of Front of building Level in metres	Amount of sinking in Millimetres	Point No 23 (at back of building) Level in metres
March	19.744		19.992
June	.738	6	
Sep.	.733	5	
		6	
1 9 3 2			
Jan.	.727		
March	.723	4	
June	.720	3	
Sept.	.715	5	
		3	
1 9 3 3			
Jan.	.712		
March	.710	2	
June	.708	2	
Sept.	.707	1	
		2	
1 9 3 4			
Jan.	.705		19.991

It will be seen that the settling of the front of the building is becoming slower while the back of the building is hardly settling at all.- This method gives the actual motion of the building relative to undisturbed points outside it.

A tilt of the building due to unequal settling might be measured by means of a sensitive spirit level applied to pins set in the wall of the building. A sensitive level will measure a tilt of 1 second of arc i.e. a differential settling of 0.1 m.m. on 20 metres. By suitable arrangements both tilts in the direction of the length and perpendicular to it could be measured. This method has not been tried in Egypt so far as known, but might well give satisfactory results. The pins would

joints. This happened in the case of some barracks at Abbasia about 25 years ago, and the author carried out measurements on the variation in length of one of the walls. Temperature movements make themselves felt on dams and are allowed for in the design of the heightened Aswan Dam.

5) Vibratory movements. These may be due to traffic along the streets near the building, machinery within the building or pile-driving near by. In very high buildings the wind may set up vibrations, as for example in tall chimneys.

6) Movements due to earthquakes. An earthquake disturbance usually takes the form of waves which travel outwards from the origin. These waves are of several kinds, but the ones which do damage to buildings are transverse waves travelling over the earth's surface. These are like waves on water and may be summed up as a rise and fall of the ground together with a tilt of the surface. It is the tilt which causes damage to buildings. In the Bulgarian earthquake of April 1928 the writer noticed that the most common damage was due to the fall of the chimneys of houses through the roofs.

METHODS OF MEASUREMENT

1) Vertical movements which are not vibratory. The best method is to use some form of precision level and determine with it the difference of level between marks set permanently in the building and benchmarks outside which are free from any disturbances. This method is used by the Survey to determine the vertical movement of the New Mixed Courts Building in Cairo. By the courtesy of the surveyor-General I am able to quote the following results of measurements made by the Survey of Egypt.

THE MEASUREMENT OF MOVEMENTS OF BUILDINGS.

NATURE OF THE MOVEMENTS.

The commonest forms of movement are the following:-

1) **Settlement or sinking.** This is due to the weight of the building and, usually occurs when this weight is not properly distributed by the foundations, when the soil is of a plastic nature, and sometimes when the soil is running sand which is accessible to water action. In Chicago buildings have settled owing to the flow of plastic clay into excavations made on the other side of the street. A dockwall in London settled owing to the flow of sand into the excavation for another dock 500 metres away. Equal settlement all over the building usually does no harm, but unequal settlement produces cracks and sometimes collapse of the building.

2) **Rise and fall due to wetting and drying of the soil** This occurs on the cotton soil of the Sudan which swells in the rainy season and in the dry season contracts producing large and deep cracks in itself. This has caused a lot of damage to buildings and has also caused difficulty with bench marks and with river gauges. The only way to get a permanent mark is to put in screw piles sinking them into the soil below the cotton soil.

3) **Movements due to change of moisture content of materials.** The principal materials affected are wood and some kinds of porous stone. The swelling of these when wet may lead to sticking of doors and windows or to cracks in brick or stone work.

4) **Movements due to changes of temperature.** The expansion and contraction of long walls with changes of temperature is enough to cause cracks unless guarded against by expansion.

THE MEASUREMENT OF MOVEMENTS OF BUILDINGS.

by

H.E. Hurst, C.M.G.; M.A.; D.Sc.; F. Inst.P.

Director General, Physical Departement,

Ministry of Public Works.

Al-Ettemad Press, Cairo.



جَمْعِيَّةُ الْمُهَنْدِسِينَ الْمَمْلُوكِيَّةِ الْمِصْرِيَّةِ

النشرة الخامسة من السنة الخامسة عشر

١٢٧

محاضرة

عن صناعة الأسمدة

من كهرباء خزان أسوان

لمحاضرة الدكتور محمود عمر

الأستاذ بمدرسة الهندسة الملكية

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٣٠ مايو سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الإعتدال بشارع حسن الأكبر بمصر

الجمعية ليست مسؤولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها .



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الخامسة من السنة الخامسة عشر

١٢٧

محاضرة

عن صناعة الأسمدة

من كهرباء خزان أسوان

لمحاضرة الدكتور محمود عمر

الأستاذ بمدرسة الهندسة الملكية

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٣٠ مايو سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها .

صناعة الأسمدة

من كهرباء مساقط المياه

قبل البدء فى صناعة الأسمدة من الجو بمساعدة الكهرباء أود أن ألقى نظرة على التطورات التى دعت إلى هذا الاختراع الذى أحدث تطوراً هاماً فى تاريخ الصناعة وإلى أهميته فى التطورات الحالية وبالأخص بالنسبة إلى مصر .

يحتوى الهواء نحو ٨٠ ٪. آزوتاً ونحو ٢٠ ٪. أوكسجيناً وبعض الغازات الأخرى بكسور مختلفة ولقد ظل آزوت الهواء حتى بدء القرن العشرين لا يستفاد به من الوجهة الصناعية مطلقاً لشدة احتفاظ جزيء الآزوت بكيانه وعدم تداخله فى تفاعلات عادية ولما كان الآزوت الغازى لا يذوب فى الماء إلا بنسبة ضئيلة وهو كما يعلم الجميع مكون هام للمواد الزلالية فى النبات والحيوان . وجب إذن تحويله إلى أملاح ذائبة أو مركبات يمكن إدخالها إلى جذور الأشجار . وكان اعتماد الزراعة فى كافة أنحاء العالم على الآزوت الموجود فى ملح شيلى أو المستخرج من سلفات النشادر من تقطير الفحم الحجري . وظلت شيلى حتى عام ١٩١٢ مصدر البلاد الزراعية بدرجة أن بلغ ما كان يستخرج من مناجمها فى ذلك العام نحو ٢٥ مليون من الأطنان وبلغ ثمن الطن الواحد أكثر من ٢٠ جنيهاً مصرياً وتضاعف هذا المبلغ فى أثناء الحرب العظمى لشدة ما لهذه النترات من علاقة بصناعة

المفرقات وكثير من الأملاح الأخرى المطلوبة في الحروب . وهذا علاوة على مقادير النشادر المستخرجة بكميات وافرة من تقطير الفحم فقد أنتجت ألمانيا وحدها في عام ١٩١٢ ما يقرب من ٥٠٠ ألف طن غير ممالك العالم الأخرى المالكه لمناجم شتى من الفحم الحجري .

ولما كانت الحرب العالمية وقاست الدول الأوروبية من ضروب الحصر البحري ما عاق وصول ملح شيلي إليها ففتقت الحاجة حيلة العاماء فاستخدموا كنزاً قديماً لكافنديش أغنام عن شراء هذا الملح . فلقد وجد هذا العالم في أواخر القرن الثامن عشر أنه إذا مرر شرراً كهربائياً في الهواء فان غازاً أحمرّاً يتكون ويذوب في محلول الصودا ولكن هذه الفكرة أهملت لعدم إمكان تطبيقها عملياً — فلما حان الوقت وأصبح النصر في الحرب لا يقوم أمامه ثمن عمدت المصانع إلى استغلال هذه المشاهدة حتى فازت في عام ١٩١٦ بصناعة حامض الآزوتيك مباشرة من الهواء وتقدمت هذه الصناعة بالطرق المختلفة حتى غمرت أسواق العالم بعد أن وضعت الحرب أوزارها بدرجة اضطرت معها أسواق شيلي للهبوط فكان الطن في عام ١٩٢١ بأثنى عشر جنيهاً ونصف . وفي عام ١٩٢٥ ، ١١ جنيهاً مصرياً وفي عام ١٩٣٠ عشرة جنيهاً وفي عام ١٩٣٢ ، ٩,٤٠٠ جنيهاً وبلغ ثمن ما استوردته مصر في عام ١٩٢٥ من أصناف الأسمدة الآزوتية المختلفة $\frac{٢}{٣}$ مليوناً من الجنيهاً وفي عام ١٩٣١ ما قيمته نحو (١,٨٠٠,٠٠٠ جنية) وفي عام ١٩٣٢ رغم الأزمة الشديدة (١,٦٠٥,٠٠٠ جنية) وفي عام ١٩٣٣ نحو (١,٨٠٠,٠٠٠ جنية) وبلغ ثمن كبريتات النشادر الصناعية التي تحتوى على ٢٠,٩٪ من

الأزوت نحو ٨١٠٠ ر جنيهاً أى أقل ثمنًا من نترات شيلي الطبيعية المحتوية
١٦.٠٪ آزوتًا بأكثر من جنيته فى الطن الواحد وهذا ما يرينا السبب فى
هبوط ماح شيلي هذا الهبوط الكبير .

ويقدر نوع السماد الأزوتى عادة بمقدار الأزوت الذى يحتويه ويكون
ذائبًا فمثلاً :

كبريتات النشادر تحتوى ٩٠.٢٠٪ آزوتًا وكلورور النشادر ٢٥.٠٪
نترات النشادر « ٢٦ ٪ » ونترات الجير ٢١.٠٪
نترات الصودا « ١٦ ٪ » ونترات لونا (صناعى) ٣٧.٠٪
وهناك جملة من يجات سمادية أخرى تحتوى أملاحًا مختلفة من الأزوت
أو من الأزوت والفسفات . ولتعرف أهمية الأسمدة فى الزراعة نأتى على
مختصر من ميزانية الأرض العادية فى مصر من إيرادها ومصروفها فى الأزوت .
فيكسب الفدان الواحد من الأرض المروية بماء النيل ما يأتى :
نحو ٦ كيلو جرام أزوت من الطمى ونحو ١١ كيلو جرام أكسيد
فسفور

ونحو ٣٠ — ٤٠ كيلو جرام أزوت من المزروعات الأزوتية داخل
الأرض (لوجينز)

ونحو ٥٠ كيلو جرام أزوت للأراضى المنزرعة برسيا ومستعملة كمرعى
فيقع على الفدان نحو ٩٥ كيلو جرام أزوت يضيع منها نحو الثلث فى
ماء الصرف للقطن ويأخذ المحصول ما يتبقى مضافاً إليه طبعاً الأزوت
الصناعى الذى يضاف وهو نحو ٢٠٠ كيلو فى المتوسط

وقد كان مجموع ما استهلك من الأسمدة لتقوية الأراضى فى مصر بحسب الأعوام الزراعية (من يوليو) إلى نهاية يونيو من كل عام محسوبا على مقادير الأزوت كالآتى بالطن .

عام ١٩٢٧-٢٨	٢٨/٢٩	٢٩/٣٠	٣٠/٣١	٣١/٣٢	٣٢/٣٣	٣٣/٣٤
طن	٣٤٠٠٠	٣٦٠٠٠	٤٤٠٠٠	٤٠٠٠٠	٤٢٠٠٠	٣٩٠٠٠

وكان مجموع ما أنتج فى العالم من الأسمدة الأزوتية فى الأعوام نفسها كالآتى بالألف طن أزوت

١٧٠٠	٢٣٠٠	٢٣٥٠	١٧٠٠	١٦٠٠	١٧٠٠
------	------	------	------	------	------

وهى موزعة على جميع ممالك العالم أولها ألمانيا ثم اليابان ثم إنجلترا وهى محسوبة على الأنواع المختلفة من الأسمدة الأزوتية مثل نترات الصودا ونترات الجير والجير النشادرى والسيانيز

ويقع على البلاد الزراعية المتمدينة المقادير الآتية من الأسمدة الأزوتية عن كل هكتار منزرع

اليابان ٤١٥	كجرام أزوت	مصر ٢٠٥	ألمانيا ١٨٢	هولندا ٧٧
الولايات المتحدة ١٥	اليونان ٨	إيطاليا ٣٥	رومانيا ٢٠٠	

وإذا راعينا أن معظم أراضى مصر تعطى محصولين كان هذا الرقم مضاعفا بالنسبة للبلاد الأخرى .

ونرى من كل هذا الإحصاء تزايد المقطوعية باستمرار إذا استثنينا ثلاث السنين العجاف التى أشتدت فيها الأزمة الزراعية إذ نرى بعد ذلك انتعاشا فى ٣٣ / ٣٤ .

كما أننا نستنتج أن زيادة اهتمام العالم بالمحاصيل الزراعية وهي كنز في الممالك لا يفنى وتقدم العمران والاضطرار إلى تحسين الأراضي البور — كان ذلك كله من دواعي التفاؤل القوى لاستغلال مثل هذه الصناعة في مصر — بدون التعرض طبعاً للأحوال الاقتصادية العالمية . كما أننا يمكننا أن نتفائل بأن المقدار المستعمل في مصر وهو نحو ٢٠٥٠ كيلو جرام الآن على المكثار من الأرض يمكن أن يصير عشرة أمثال هذا المقدار إذا استغل كل فدان ما يصبح أن يستغله ليخرج من الأرض أقصى محصول .

صناعة الأسمدة الآزوتية

كانت العقبة الكؤود في صناعة الأسمدة الآزوتية هي وحدة جزئية الأزوت وعدم تفككها واتحادها بالعناصر الأخرى ومن ثم كان كل مجهود الباحثين منصرف إلى تقسيم جزئي الأزوت إلى ذراتها وقد توصلوا فعلاً لذلك بطريقتين عامتين . أولاهما اتحاد الأزوت بعناصر أخرى بالعامل الوسيط والضغط والثانية بإحراق الهواء بالشرر الكهربائي — وأهم هذه الطرق سنأعيا الآن هي صناعة النشادر من مكوناته ثم حرقه مع الهواء إلى حامض الأزوتيك إذ أن اتحاد الأزوت بالأيديروجين أسهل منه بالأوكسيجين ورغم ازدواج العملية للحصول على حامض الأزوتيك فإن النسبة النهائية أعلى مما لو كان الاحتراق مباشرة . وللبداء في هذه العملية — عملية تحضير النشادر — يجب أولاً تحضير الأزوت نقياً من الهواء وتحضير الأيديروجين .

أما تحضير الأزوت فكان يصنع أولاً بواسطة احتراق النحاس في الهواء فيأخذ الأوكسيجين ويتبقى الأزوت وهى طريقة عتيقة وفى معظم الأحيان يكون الأزوت ممتزجاً ببعض الغازات الأخرى مثل ثانى أكسيد الكربون والهليوم وغيرها ويستخلص الأزوت حديثاً بتقطير الهواء السائل تقطيراً جزئياً وأحدث هذه الطرق بواسطة عمود التقطير المزدوج [Linde Eismaschine] وهو عبارة عن سلسلة مقطرات للهواء السائل وهذا الجهاز كما هو موضح فى شكل (١) يحتوى على عمودين للتبريد فيدخل الهواء المنقى المبرد إلى أقل من 150° تحت ضغط نحو ٥٠ جو فى المكثف (١) فيتحول إلى سائل ويخرج من (٢) بعد أن يخفف الضغط من عليه فينزل الأوكسيجين السائل إلى أسفل بينما الأزوت يتبخر لما بينهما من فرق فى درجة التبخر والضغط ويتبخر أيضاً جزء من الأوكسيجين مع الأزوت مكوناً نحو ٤٠ ٪ منه وبملاسة هذه الغازات للأوكسيجين السائل النازل من أعلى يسيل بعض الأوكسيجين ثانياً وبهذه الطريقة يصير الأزوت نقياً بالتدريج إلى أن يصل إلى المكثف الأعلى (٣) حيث يضغط ثانياً المزيج ويرفع الأزوت السائل (المحتوى قليلاً من الأوكسيجين) إلى أعلى العمود الثانى (٤) حيث ينزل فيه فيتبخر وينقى بالطريقة نفسها حتى يصل إلى نحو ١٠٠ ٪ أزوت ويؤخذ كغاز من الفتحة (٥) . والأزوت الغازى يسيل فى 195.7° تحت الضغط المعتاد بينما يسيل الأوكسيجين فى 181.5° .

والأزوت يحتاج فى تسييله فى درجة حرارته الحرجة (-147°)

إلى ٣٤٥ جو تقريبا وفي (- ١٦٣) إلى ١٤ كيلو جرام سننتيمتر ضغط وفي (- ١٨٠ °) إلى نحو ٤ كيلو جرام سننتيمتر ويزن اللتر منه في الحالة الغازية ١١٤٨ جرام وكثافته وهو سائل أقل من الماء (٠.٨٠٨) عند درجة التسييل وتبلغ حرارة تبخر السائل (عند درجة تبخره) نحو ٤٧ سعرا للكيلو جرام .

أما تكاليف إنتاج المتر المكعب من هذا الغاز مع حساب استهلاك رأس المال والماكينات فيتوقف عادة على إدارة المصنع إذا كان العمل طول الـ ٢٤ ساعة وكمية الإنتاج فإذا زادت هذه عن ٤٠٠٠ متر مكعب ساعة كانت تكاليف المتر المكعب ما يعادل $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ كيلووات ساعة . أما إذا قل الإنتاج عن ٤٠٠٠ متر مكعب ساعة كانت التكاليف أكثر قليلا .

أما الايدروجين وهو المكون الثاني للنشادر فيحضر من تحليل الماء H_2O بالعوامل المختلفة فيحضر في أوروبا مثلا بتحليل الماء بواسطة الفحم الكوك المكس وبمرور الماء عليه في درجة حرارة احمراه يحللها إلى عناصرها الأوكسيجين - ويكون معه أول أكسيد الكربون والايديروجين ويبقى ممتزجا به . وهذا المزيج ويسمى غاز المساء يحتوى تقريبا ٥٠٪ إيدروجينا ، ٤٢٪ أول أكسيد الكربون ، ٥٪ أزوتا ، ٣٪ ثاني أكسيد الكربون ويمكن استخلاص الايدروجين من هذا المزيج بجملة طرق صناعية منها أكسدة أول أكسيد الكربون بواسطة غاز الماء ثانيا بالضغط والحرارة ثم امتصاص ثاني أكسيد الكربون أو

تبريده فيتحول سائلا ويبقى الايدروجين في حالته الغازية فيجتمع .
ويتحول ثانياً أكسيد الكربون إلى سائل في ($- ٧٠^{\circ}$) مئوية بينما
الايدروجين يسيل في $- ٢٥٣^{\circ}$ تقريباً وكذلك يمكن امتصاص أول وثاني
أكسيد الكربون بواسطة ماء الجير — ويتبقى الايدروجين .

وقد يحضر الايدروجين أيضاً من بخار الماء بواسطة تمريره الأخير على
الحديد المنصهر في أفران خاصة فيتأكسد الحديد على حساب بخار الماء
ويتبقى الايدروجين حراً ويختزل أكسيد الحديد ثانياً بواسطة أول
أكسيد الكربون أو غاز الماء وتعاد العملية الأولى وهكذا فيمكن استعمال
الحديد على التوالي واستخراج الايدروجين من بخار الماء وهي طريقة تحتاج
إلى فحم كثير للاختزال وتسخين الحديد .

أما طريقة تحليل الماء كهربائياً — وهي في اعتقادي أجدى الطرق
لحالة مصر لعدم وجود الفحم بكمية وبثمن يمكن اتخاذه كنخام لتحضير
غاز الماء . فهي تتلخص في إمرار تيار كهربائي في محلول نحو ٢٨٪ من الصودا
الكاوية في بطاريات حديدية ذات أقطاب من الحديد عالية ومحاط كل منها
بكيس من الحرير الصخري Asbestos ليمتنع تسرب غاز الايدروجين من
القطب السالب إلى غاز الأكسجين المكون على القطب الموجب وحتى
لا يمتزجا كما هو مبين بالشكل (٢) وهذه الخليات تختلف باختلاف المادة
العازلة واختلاف الأقطاب وأهمها الآن بطارية شوكرت — ومتوسط
قوة البطارية نحو ١٢٠٠ أمبير وبها عدة لوحات حديدية متصلة بالتوالي
وفرق القوة الدافعة الكهربائية من أول دخولها البطارية إلى خروجها منها

نحو ٢٣ فولت — ويتكلف في مثل هذه البطارية المتر المكعب من الايدروجين ونصف المتر من الأوكسيجين نحو ٦ر٤ — ٥ر٥ كيلوات ساعة بحسب عدد الأمبيرات وتبلغ نقاوة الايدروجين من هذا الجهاز ١٠٠ ٪ والأوكسيجين كذلك وأكبر محطة من هذه البطاريات حتى عام ١٩٣٢ أنشئت في فرنسا وبها ٨٠٠ بطارية منظمة في ٤٠ صف ولكل مائتين منها اتصال كهربائي بقوة دافعة ٥٠٠ فولت وقوتها ٨٦٠٠ أمبير ومحطة أخرى في كولومبيا البريطانية وبها ٣٠٦ بطارية تشتغل ب ١٠ آلاف أمبير وتخرج في الساعة نحو ١٤٠٠ متر مكعب إيدروجين ، ٧٠٠ متر مكعب أوكسيجين وهناك خلايا توزر وأكبر استعمالها في إيطاليا ففي بلدة Crotone بشركة الذشار عدة بطاريات تشتغل على قوة دافعة ٧٠٠ فولت وقوة كهربائية ١٤٠٠٠ أمبير حيث يقع على كل خلية ٢ر٣ فولت ومجموع قوة المحطة ٣٠٠٠٠ ألف كيلوات ويتكلف فيها المتر المكعب من الايدروجين ٦ر٥ كيلوات الساعة — وخلايا زالي وهلمبو كثيرة الاستعمال أيضا .

فترى من ذلك أن متوسط القوة الدافعة الكهربائية لكل بطارية يتراوح بين ٢ ٦ ٥ر٢ وعدد الأمبيرات تختلف بحسب قوة المساقط فينتج إنتاجاً اقتصادياً وتختلف الخلايا كما ذكرنا في نوع المادة العازلة — السمنت أو الحرير الصخري أو شبكة معدنية وخلايا هلمبو تمتاز بارتفاعها وقلة المكان المطلوب لها أما خلايا شوكرت فتمتاز برخص إنتاجها وقلة التغيير في أجزائها فالعازل يمكث سبع سنوات والألكترودات نحو ٩ سنين

وملء البطاريات كل سنتين — أما بطاريات الرصاص فقليلة الاستعمال لثقلها وقد يحضر الايدروجين أيضا بجملة طرق أخرى بتفاعل الماء أو الحوامض على بعض المركبات مثل كربيد الكالسيوم والفروسل يكون وغيرها وكل هذه الطرق لا أهمية لها في هذا المقام لعدم تيسر استعمالها.

والآن وقد وصلنا إلى هذه النتيجة أى استخلاص الأزوت من الهواء ثم الايدروجين من الماء نأتى الآن إلى تحضير النشادر من هذين الغازين وقبل الخوض فى الطرق المختلفة لتجمع هذين الغازين أود أن ألقى نظرة عامة على ما يحيط هذا التفاعل من ظروف وتأثير خواص الغازات فيه فقد ذكرت قبل الآن أن الأزوت غير قابل للتفاعل فى حالته الطبيعية إذ أن جزيئه ليس من الجزيئات النشيطة وبناء عليه وجب تنشيطه بإحدى الطرق الفعالة لنخرجه عن هذا الكسل الطبيعى . وإحدى هذه الطرق وأهمها تأثيرا هى بواسطة العامل المساعد . ونظرية هذه المساعدة هى امتصاص الغاز (الأزوت) بإحدى هذه العوامل . امتصاصا سطحيا ثم إعطائه ثانيا فى حالة الذرية فيصبح نشيطا . وهذه العوامل المساعدة مثل كربيد الحديد أو أكسيد الكوبلت أو الأسميد أو الفنادين أو البلاتين أو غيرها تملك هذه الخاصية ولكنها ليست فى الحرارة المعتادة بل فى درجات من ٥٠٠ — ٦٠٠° م وهذا ما يزيد الطريقة تعقيدا لتأثير الحرارة فى تحلل جزيئات الأزوت المركب . وهناك طرق أخرى لتنشيط الأزوت باتحاده مع الألمنيوم أو مع كربيد الجير سنأتى عليها بعد .

وطريقة العامل الوسيط هذه هى المستعملة فى تثبيت الأزوت باتحاده

مع الايدروجين لتكوين النشادر وتتوقف عملية النشادر بعد التنشيط بالعامل الوسيط على نظريتين أساسيتين .

الأولى : إن حجما من الأزوت يتحد بثلاثة أحجام من الايدروجين ليكون حجمين من النشادر أى أن أربعة أحجام غازات تتقلص إلى حجمين من النشادر الغازى ومعنى هذا بحسب نظرية أفوجادرو وقانون تأثير القوى أن الضغط لابد وأن يساعد هذا التفاعل إذ أنه (أى الضغط) سيؤثر على الأربعة حجوم غازات فتتجه إلى الاتجاه الذى يقل فيه الضغط أى إلى اتجاه تكوين النشادر الذى هو أقل حجما .

الثانية : إن تكوين النشادر يعطى حرارة وهذه الحرارة تساعد على تحلل النشادر إذ أن

$$N_2 + 3 H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3 +$$

توازن التفاعل يتجه إلى كفة النشادر فى البرودة ولذا كانت سرعة التبريد ضرورية لاستبقاء جزء كبير من النشادر المتكون قبل تحلله — وهذا طبعا غير تأثير الحرارة التى يجب أن تعطى للعامل الوسيط — ويساعد عدم تحلل النشادر فى مثل هذه الحال بالضغط أيضا لجمع جزء من المتحلال وإعادة تكوينه ولنرى الآن تأثير الضغط فى إعادة تجمع النشادر بالجدول الآتى فى ٢٠٠° بعد تحلله .

ضغط جوى	واحد	٣٠	١٠٠	٢٠٠
نسبة المتكون	١٥,٣ %	٦٧,٧	٨٠,٦	٨٥,٦

أما فى درجات الحرارة العالية فيتحال جزء أكبر فيتبقى مع ضغط ٢٠٠ جوى فى درجة ٥٠٠° (درجة العامل الوسيط) نحو ٢٥ % . هذا إذا

صنعتت الغازات إلى مدة طويلة أما إذا كان تيار الغازات مستمرا (كما هو الحال دائما في الصناعات الغازية) فيتبقى نحو ٨ ٪ وبأتم الطرق التبريدية الحديثة نحو ١٢ ٪ من كمية النشادر وهي نسبة صناعية جيدة . وأهم الطرق المستعملة لعمل النشادر من مركباته أربع طرق — طريقة هابر وفوزر وكاتالي وكلودر والطريقتان الأولىان تشتغلان بضغط لا تزيد عن ٢٠٠ جو أما الطريقة الثالثة والرابعة فتشتغلان على ضغط ٨٠٠ — ١٠٠٠ جو — وتختلف الطرق الثلاث الأولى في تحضير الغازات الأساسية أولا ثم في تصميم الفرن النشادرى ثانيا وفي كمية الضغط ثالثا ولنبدأ بأهمها وأكثرها إتباعاً وهي عملية هابر : (شكل ٣) .

تتلخص هذه العملية بعد تحضير الآزوت من ضواغط الهواء (طريقة لندا) ثم تحضير الايدروجين من غاز الماء بعد تنقية أول أكسيد الكربون بواسطة بخار الماء وتنقيته وامتصاصه كثنائي أكسيد الكربون يؤخذ — مزيج الغازين المبرد في ١٤ ويمرر في فرن من الصلب فيمران على العامل الوسيط — وهو غالباً كريد الحديد أو الكوبلت المسخن في درجة ٤٥٠ — ٥٠٠ م بسرعة هادئة تحت ضغط ٢٠٠ جو (١٦) فيتجمع نحو ١٢ ٪ من الغازين إلى نشادر ثم ينزل من النشادر السائل من أسفل الفرن إلى الطلمبة وبها يضغط مع الغازات الأخرى المتبقية إلى ١٢ وهنا يفصل الغاز المتكون إلى نشادر إلى المبرد ١٥ ومنها يسحب بينما الغازات غير المتحدة تخرج ثانياً من ١٢ إلى المبرد ١٤ وتعود بدورها إلى الفرن ١٦ وهكذا وهذه الطريقة لا تحتاج إلى كهرباء كبيرة لعدم استعمالها في تحضير الايدروجين .

أما طريقة فوزر فكما هو مبين في شكل (٤) يحضر الأيدروجين بواسطة بطاريات تحليل الماء كما شرحناها من قبل (١) ويتجمع الأيدروجين من القطب السالب فوق عازمتر ٢ يمتص الأيدروجين بواسطة المضخة ١٤ إلى إناء ١٣ حيث يميز في هذا الإناء بنسبة ٣ أحجام إيدروجين إلى حجم واحد آزوت ومنه إلى الغازومتر ٤ وبواسطة المضخة يمتص ٣ ويضغط إلى الفرن ٦ ويبلغ ارتفاعه ٨ أمتار وفيه العامل الوسيط المسخن إلى ٥٠٠° وهو غالباً كريد الحديد وتمر الغازات تحت ضغط ٢٥٠ جو فتتحد ثم تبرد في ٨ ٦ ٩ ٦ ١٠ ويؤخذ النشادر إلى ١١ حيث يخرج الهواء بنسبة ٤ نشادر إلى ٤٠ هواء أو أربعة نشادر إلى ٨ أكسيجين ليحترق إلى حامض الآزوتيك في فرق ١٢ ويركز في الأبراج ١٥ وبذا تكون قد انتهت العملية .

وتتلخص طريقة كزالي في إدخال مزيج الغازات الآزوت والأيدروجين إلى الضاغط (٢) الذي يضغط الغازات على ست خطوات إلى ٨٠٠ جو وبعد تنقية الغازات في ٤ ٦ ٥ يدخل إلى الفرن ٦ فيمر على العامل الوسيط وهو المسخن إلى نحو ٥٠٠° وفي هذا الفرن يتحول نحو ٢٠٪ من الغازات إلى نشادر ثم يبرد النشادر إلى ٢٠٠° وينقل منها إلى مبرد آخر (٧) وبعد تحوله إلى سائل يؤخذ إلى المستودع ٨ تحت ضغط أخف ثم يخفف الضغط ثانياً في المستودع (٩) حتى يصل إلى ٢٠ جو فقط حيث يؤخذ النشادر السائل من الفتحة ١٠ أما النشادر الذي يتسرب فيذوب

في الماء في إناء ١٢ ومنها يؤخذ محلول النشادر . (شكل ٥)
ويستعمل في كل هذه الطرق بحسب الباتنتات المختلفة أفران مختلفة
لاتحاد الغازات وهذا هو أهم فارق بين الطرق المختلفة ولنضرب مثلاً
لذلك فرن النشادر في طريقه كازالى : ففي هذا الفرن تدخل الغازات كما
هو مبين في شكل ٦ من فتحة (١) ويمزج الغازات بالنسبة المحددة
على العامل الوسيط المسخن ٤ بواسطة مقاومة تيار كهربائي في 500° (٣)
ويبرد المزيج المتحد بعد ذلك بواسطة المبردات ٢ ٦ ٢ ١ بتيار الهواء السائل
ويمزج النشادر بالسائل المضغوط بعدئذ من الفتحة (٥) وهذه الأفران في
الغالب محاطة بجملة أسرار صناعية كنوع العامل الوسيط وحرارته وطريقة
التبريد وتفصيلها وضغط الغازات وسرعتها وهلم جرا .

وهناك طريقة أخرى لعمل النشادر من خاماته وهي طريقة كلود
وفيها تضغط الغازات تحت ١٠٠٠ جو وهي تعطى نسبة أعلى من سواها
عن الكيلووات ساعة إلا أن انتاجها محدود ومصانعها عالية التكاليف
بدرجة تعوق استعمالها في كل مكان وبسهولة مع كثرة الانتاج .
أما طريقة تنبيت الازوت باتحاده مع كربيد الكلسيو إلى سيانيد
الجير فتحتاج إلى فحم كثير أولاً لاختزال الجير إلى معدن الكلسيوم ثم
اتحاده إلى كربيد الجير ويتحول بعد ذلك إلى كربونات الجير الذي هو
منتج ثانوي لا ثمن له في مصر لوجوده بكثرة ولا تستغل فيه الكهرباء إلا
بقدر تسخين الأفران ولذا فليس من حسن استغلال كهرباء خزان أسوان
اختبار هذه الطريقة .

أما طرق تثبيت الآزوت مباشرة مع أكسجين الهواء ليكون أكسيد الآزوت بالاحتراق الكهربائي في أفران متعددة متحدة في النظريات وهي تعريض أكبر حجم من الهواء الى سطوح الشرر الكهربائي الذي يتولد بين أقطاب كهربائية بطريقة أو بالأخرى .

ومن هذه الأفران أفران شونهر التي تدخل الهواء الى الفرن بطريقة ملائمة لحائطه فيحدث في تياره دورانا حلزونيا يعرض سطحها أكبر من الهواء للشرر .

أو فرن بولنج ويمرر الهواء على قطبين منفرجين تتطاول بينهما الشرر الى أن تنقطع — ويتعرض أيضا سطح الهواء هنا لتأثير الشرر بكمية لا بأس بها .

ثم أشهرها وهو فرن بركلاندوايدا . ففي هذا الفرن مغنطيسان كهربائيان موصلان الى تيار متغير الأقطاب المغنطيسية من موجبة الى سالبة وبالعكس ٤٠٠٠ مرة في الدقيقة وعمودى على محور هذين المغنطيسين قطبان كهربائيان آخران يبعثان بشرة قوية بينهما . فتلقط هذه الشرارة من قطب الى الآخر بهذه السرعة مكونة فيما بين المغنطيسين منطقة عالية الحرارة . الشمس الكهربائية . وبمرور الهواء الآتى من أسفل الفرن واختراقه لهذه المنطقة يتكون فيه أكسيد الآزوت بنسبة لا بأس بها وكل هذه الأفران مهما كلت فى احتياطها فسرعة تحلل أول أكسيد الآزوت فى درجة حرارة هذه الأفران وهى حوالى ٣٢٠٠ (وهى أكثر درجة نسبيا يتكون فيها أول أكسيد الآزوت) أقول سرعة التحلل

عالية جداً بدرجة يتعذر فيها على الصناعة الحصول على أكثر من نسبة معدودة من أكسيد الأزوت سليماً . ولأضرب لكم مثلاً يبين سرعة هذا التحلل أذكر أنه في هذه الدرجة ٣٢٠٠ تكون حوالى $\frac{1}{1000}$ من الثانية كما حسبها العالم ترنست ومن هنا يتضح صعوبة التحايل على استبقاء جزء أكبر . ويصل تكاليف كل ٨٠ جرام (فى أحسن الأحوال) من حامض الأزوتيك نحو ١ كيلوات ساعة أى أن كيلو جرام الأزوت يكلف نحو ٧٥ كيلوات ساعة . وهذا أيضاً لا يأتى فى الاعتبار للصناعة فى مصر مهما رخص انتاج الكهرباء .

ويعد هذا المختصر العلمى أسوق إليكم بعض الأرقام الاحصائية عن أى الطرق أقرب الى الاستغلال فى مصر مع مقارنة بسيطة للطرق الأخرى يتكلف كيلوجرام الأزوت لتحويله الى نشادر بطريقة هابر نحو ١٥ كيلوات ساعة ويزيد على ذلك تكاليف تحضير الأزوت (نحو ٢ كيلوات ساعة) وتكاليف الايدروجين (نحو ١٥ كيلوات ساعة وحرقة الى حامض الازونيك ٢ — ٣ كيلوات ساعة فيكون المجموع ١٩ — ٢٠ كيلوات ساعة بينما يتكلف كيلوجرام الأروت المتحد الى نشادر فى طريقة السيانييد نحو ٢٠ كيلوات ساعة أضف الى ذلك تكاليف حرق النشادر من ٢ — ٣ كيلوات ساعة أى نحو ٢٢ — ٢٣ كيلوات ساعة أما فى طريقة حرق الهواء مباشرة بالأفران المختلفة فتصل فى أحسن أحوال الحرق والتبريد لكل كيلوجرام أزوت متحد من ٧٠ — ٧٥ كيلوات ساعة

هذا طبعا بدون النظر الى الخامات فى الحالة الأولى والثانية ينعدم ثمن الخامات اذ أنها الهواء والماء بينما فى الحالة الثانية يضاف ثمن الكربون الذى سيتحول الى السيانيد .

ويتكلف فى طريقة هابر المتر المكعب من الايدروجين المحضر من غاز الماء نحو ملليم ونصف ملليم أى ما يعادل فى الايدروجين الكهربائى نحو ٣٠ ملليم للكيلووات ساعة .

وتكون اذن العملية اقتصادية اذا أمكن تحضير الكيلووات ساعة كهربائيا فى التيار المتواصل (D. C.) الواطىء الدفع بما يعادل ١/٤ ثمن كيلوجرام فحم الكوك والا كانت طريقة غاز الماء أجدى .

وكل هذه الحسابات محسوبة على المقاس الصناعى الكبير .

ولمقارنة الأثمان العالمية لكيلوجرام الأزوت اعتمد فى عام ١٩٢٥

مقدرة بالفرنك الذهب كالاتى : —

مصنع	كيلو جرام N_2 فرنك	مصنع	كيلو جرام N_2 فرنك	مصنع	كيلو جرام زدت فرنك
B.A.S.F. (ادبار)	٦٢,٣	بلنجهام	٧٢,٠	نوفارا	٦٥,٢
مرسبرج	٥٨,٥	شفيلد	٧٧,٨	بشين	٦٥,٣
				نيرامنتويرو	٦٩,٤

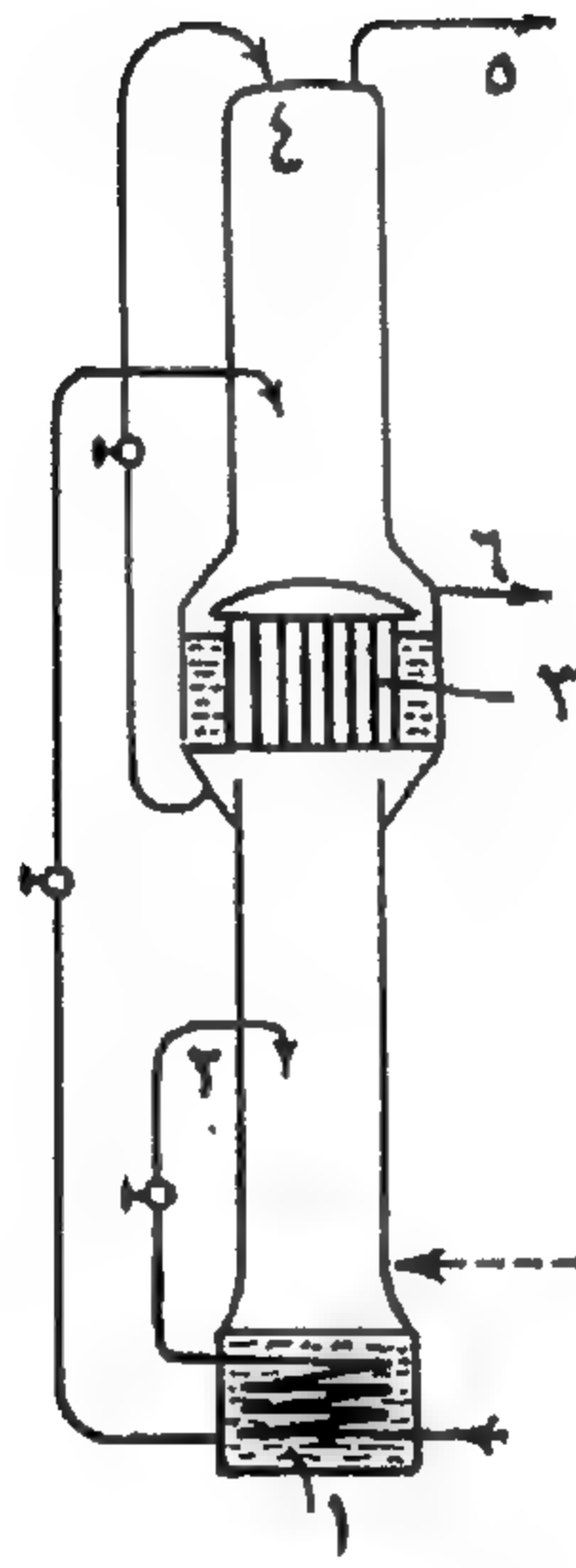
وقد يكون تحويل حامض الأزونيك فى مصر الى نترات الجير هو أرخص الأماكن لوجود كربونات الجير فى الأراضى المصرية بصفة لا بأس بها فى النقاوة ومنها ما هو قريب من الخزان ويمكن نقلها اليه

بمجهود بسيط كما أنه ولا شك من الممكن استعمال كربونات الصودا من وادى النطرون اذا أريد تحضير نترات الصوديوم أو استبقاء النشادر وتحويله الى أملاحه اذا أريد استخدامه كسلفات النشادر أو غيرها .

ورغم أن طريقة تحضير الأسمدة عن طريق تكوين النشادر ثم حرقه طريقة مزدوجة كما ذكرنا وتكاليف مصنعها أكثر من تكاليف مصنع الحرق المباشر إلا أن رخص انتاجها وامكان أكثره وسرعة الانتاج كل هذا من المبررات التي جعلت كل الامم الآخذة بهذه الصناعة حديثاً تلجأ الى هذه الطريقة - أى تكوين النشادر .

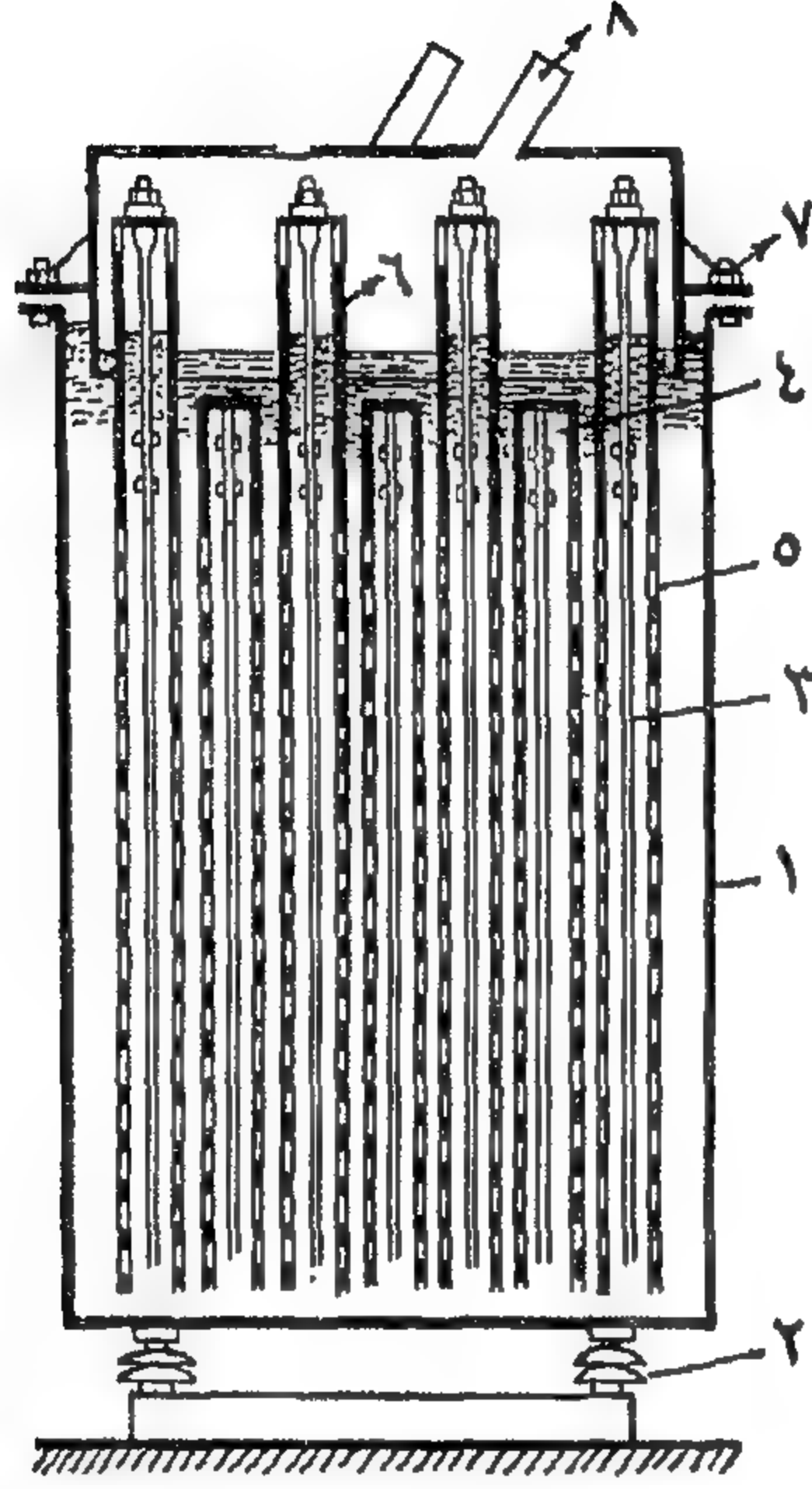
وبفرض كثرة تكاليف مصنع من هذا النوع ففي مصر يتلشى جزء كبير منها لوجود خزان أسوان الذى انما وجد ليخدم غرضاً آخر . ويكون عادة بناء خزان لحجز المياه فى أوربا الجزء الأكبر من التكاليف لمثل هذا المصنع .

وانى لشديد التفاؤل بمستقبل مثل هذا المشروع فى مصر ليس فقط لتوفير الملايين من الجنيهات سنوياً وبصرفها فى داخل البلاد وهذا مما سيدشجع الزراع لاستغلال تربتهم بطريقة أجود واستغلال الاراضى اليور لرخص الأسمدة هذا مع احياء مديريتين أو ثلاث هى من أكثر مديريات القطر بؤساً وفاقة بتعمير أجزائها وأمكان استخدام الكهرباء المولدة فى كثير من الصناعات التى يصح أن تتركز فى هذا الجزء من القطر وبالأخص لقرب بعض مناجم المعادن وغيرها من هذه الجهة النائية فيزداد عمرانها وثروتها والسلام .



شكل ١ - مقطر الهواء

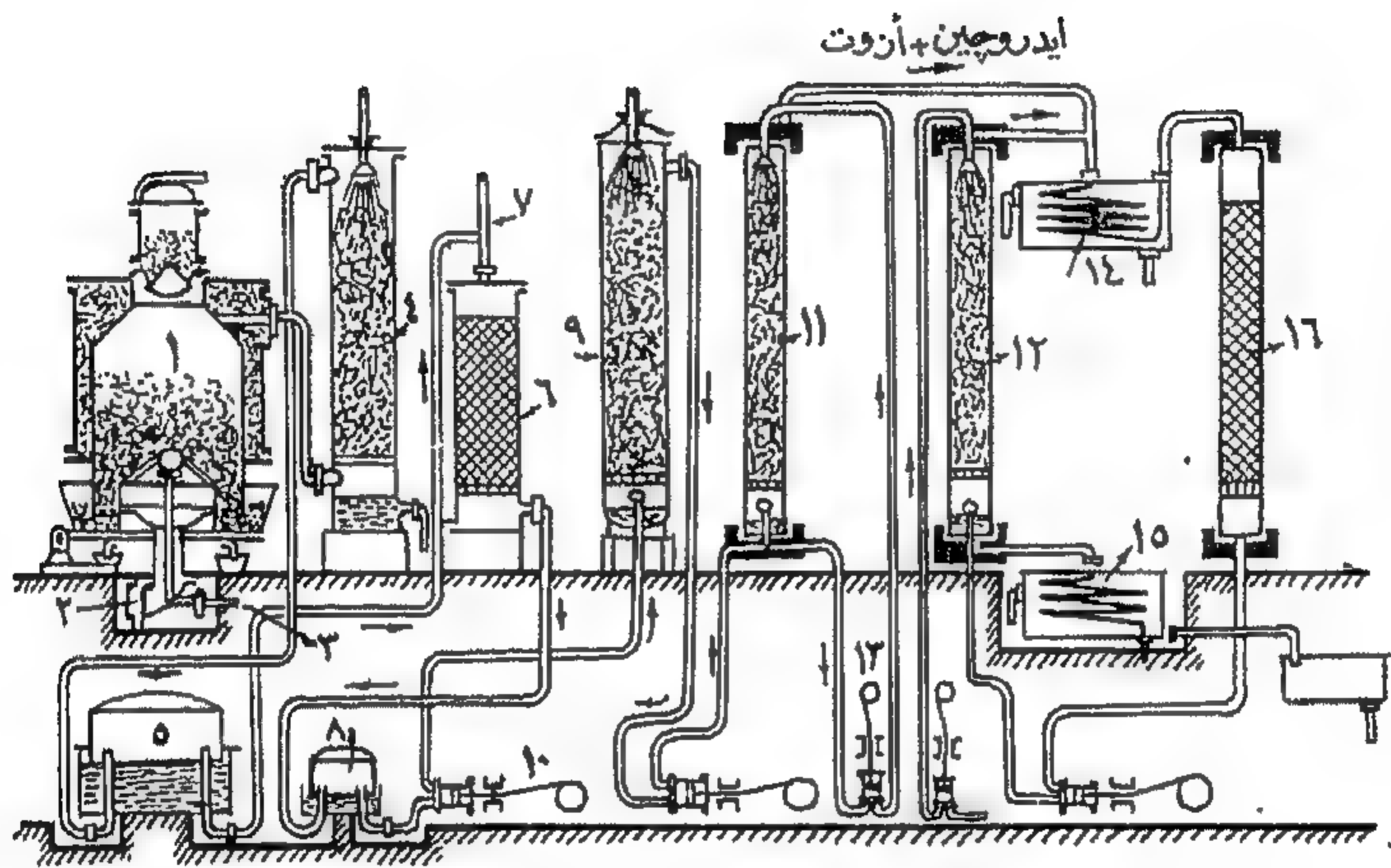
(١) المكثف الأول. (٢) مخرج الهواء السائل. (٣) المكثف الثاني.
(٤) مخرج النيتروجين السائل. (٥) مخرج النيتروجين الغازي. (٦) مخرج الأكسجين



شكل ٢

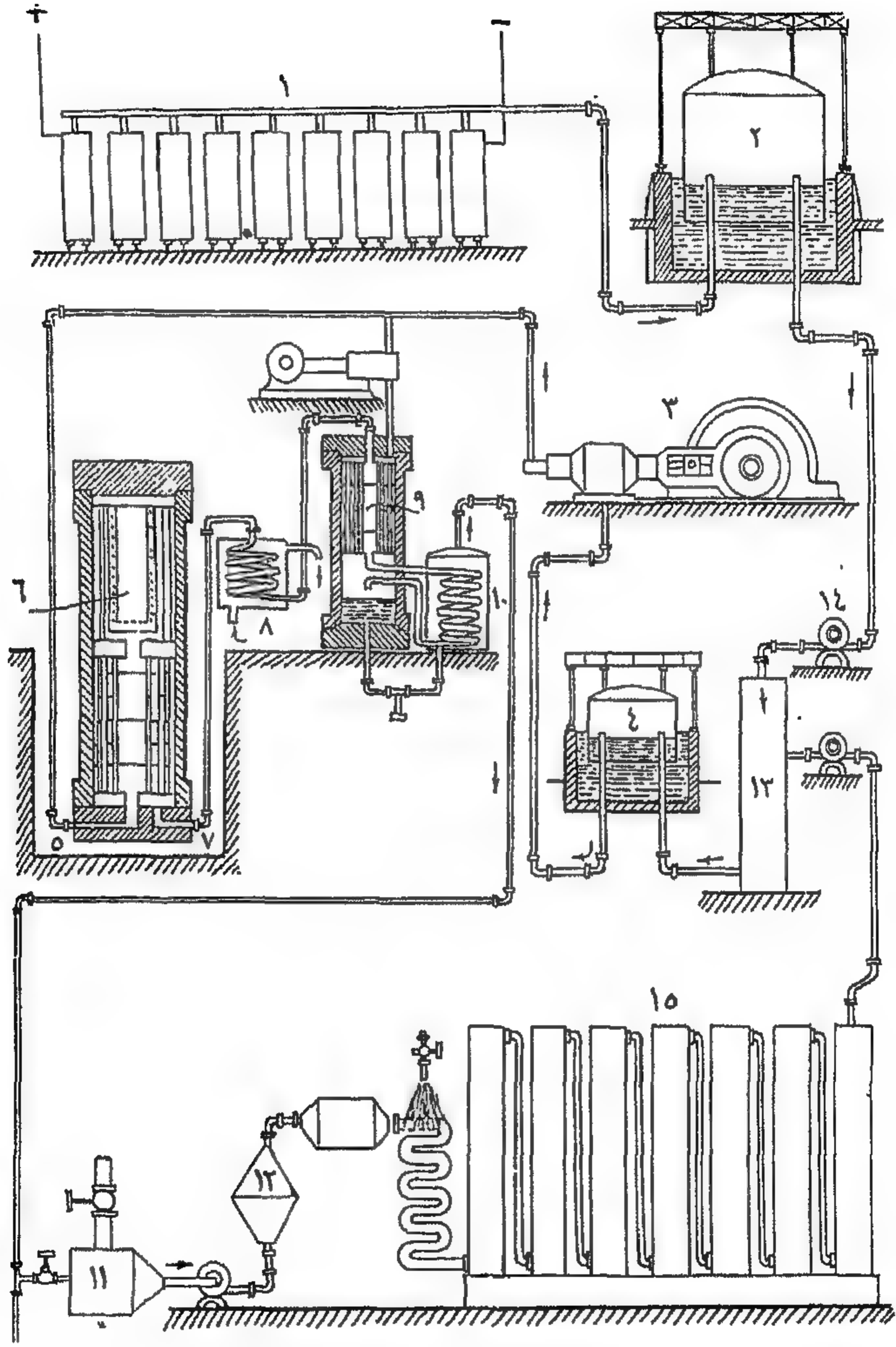
تحليل الماء الكهربائي

- ١- الحائط الحديدي للبطارية . (٢) المعازل . (٣) القطب الحديدي
- ٤- الحاجز بين الاقطاب . (٥) كيس الخبز الصخري . (٦) مخرج الغاز
- ٧- مدخل التيار . (٨) أنبوبة الغازات



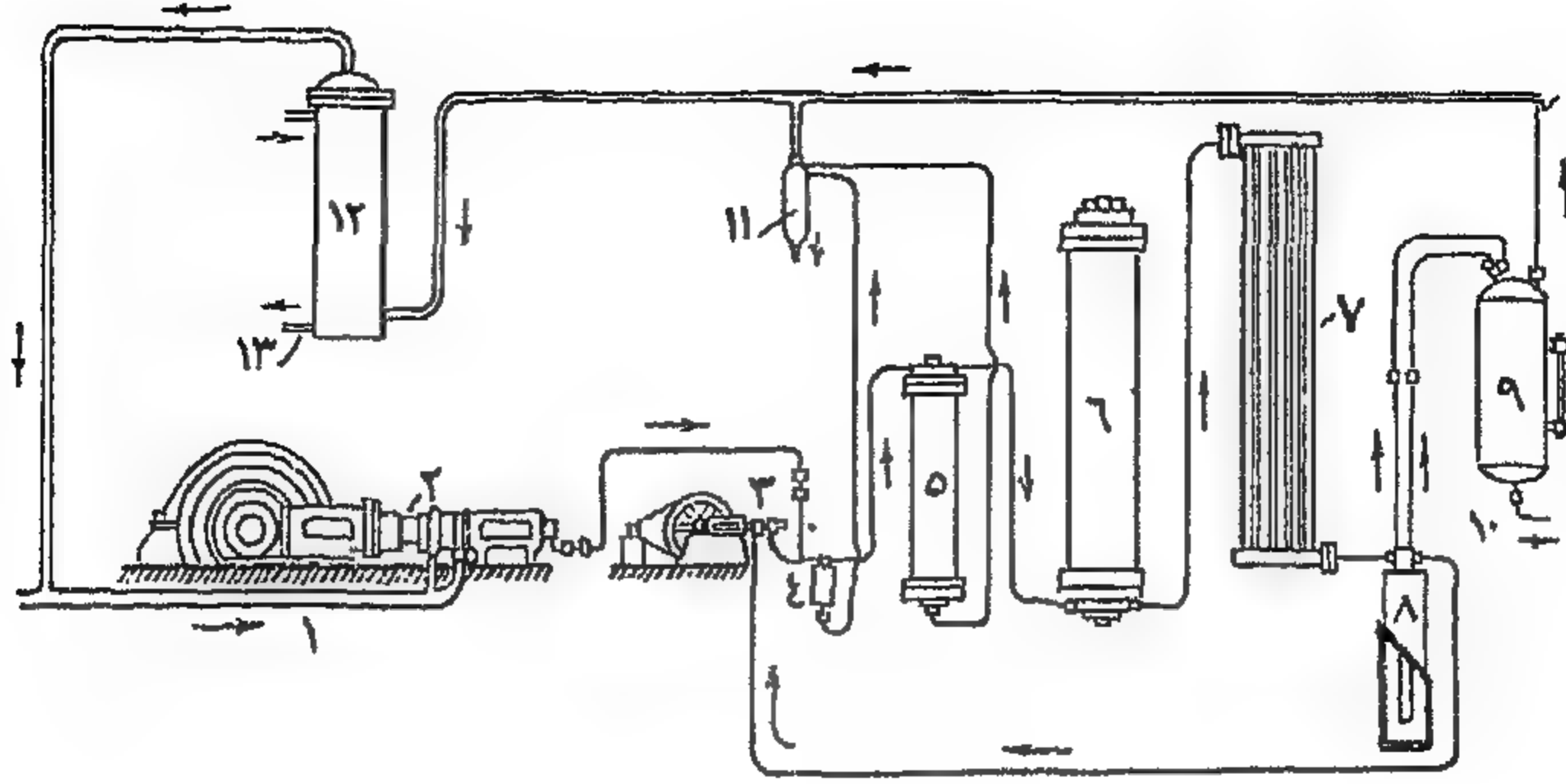
شكل ٣- طريقة هابر

- ١- مجفف الغاز المائي ٢- ٣ دخول الغازات ٤- منطف الغازات
- ٥- الغاز ومتر ٦- مجفف الايدروجين ٧- دخول بخار الماء ٨- غاز ومتر
- ٩- منطف ثاني اكسيد الكربون ١٠- مضاعط الهواء ١١- منطف اول اكسيد الكربون ١٢- امتصاص النشادر
- ١٣- طلب امتصاص ١٤- مبرد للغازات ١٥- مبرد للماء ١٦- فرن النشادر



شكل ٤ طريقة فاوذر

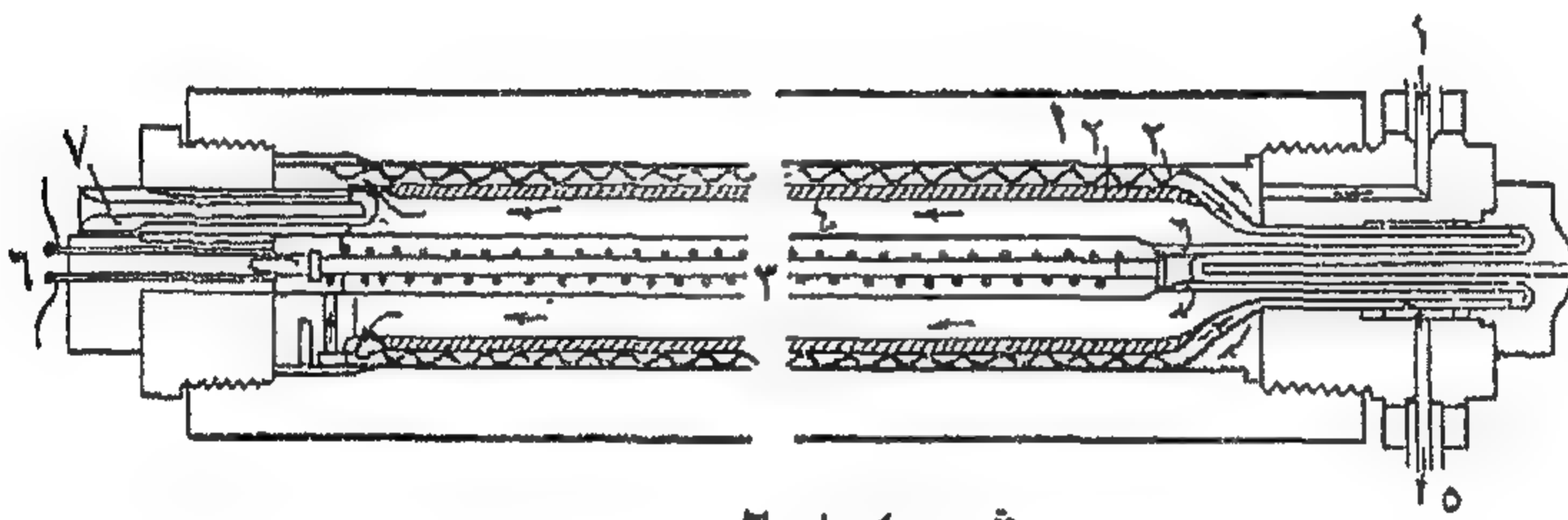
- ١- بطارية لتخليق الماء ٢- جازومتر لايديروجين ٣- ضاغط ٤- غاز ومتر ليج الايديروجين والازوت
٥- دخول الغازات ٦- فرن الاحتراق ٧- خروج الغازات ٨- مبرد للماء
٩- مبرد الغازات ١٠- مبرد للنشادر المتكون ١١- مازج للنشادر والهواء ١٢- فرن احتراق للنشادر
١٣- مازج للاروت والايديروجين ١٤- عداد للغازات ١٥- أبراج حامض الازوتيك ١٦- أبراج حامض الازوتيك



شكل ٥

مشروع طريقة كازال

- ١- مدخل مخلوط الغازات . ٢- ضاغط . ٣- طليخة . ٤، ١١ - منقط الزيت
- ٥- منطف . ٦- فرن النشادر . ٧- مبرّد . ٨، ٩- مخزن الامونيا (النشادر المضغوط) .
- ١٠- مخرج النشادر . ١٢- اناء لجمع النشادر . ١٣- مخرج ماء النشادر



شكل ٦

فرن كازال

- ١- مدخل مخلوط الغازات . ٢- ١٢٠ مبرّد . ٣- مقاوم كهربائي . ٤- عامل مساعد
- ٥- مخرج النشادر . ٦- مدخل التيار لنفخة . ٧- مقياس الحرارة



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثالثة من السنة الخامسة عشر

١٢٥

محاضرة

عن الأبحاث المائبة

لحضرة الدكتور محمد زكي
وكيل إدارة قناطر الدلتا

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٩ مايو سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها .



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثالثة من السنة الخامسة عشر

١٢٥

محاضرة

عن الأبحاث المائية

للمحاضرة الدكتور محمد زكي

وكيل إدارة قناطر الدلتا

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٩ مايو سنة ١٩٣٥

حقوق الطبع محفوظة للجمعية

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء
تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها .

المباحث المائية

تاريخ المباحث المائية

فكرة البحث المائى هى وليدة العصور الحديثة نبتت فى القرن الثامن عشر على صورة متواضعة غير واضحة الأسس أو ظاهرة المعانى ككل الأحياء فى مبدأ نشأتها وتكوينها وعدا الزمن وكرت السنين وتلقفتها أيدي جها بذة الفن وأساتذته وتعهدها كبار الباحثين بمجهوداتهم وأبحاثهم حتى نمت وترعرعت وبدأت فى الصورة الكاملة التى هى بها اليوم عاملاً متين الأساس كبير الأثر واضح الصلة عظيم النتائج .

وأن مصر التى كانت مهد الحضارة ومنبع الفنون فى كل فرع من الفروع كان لها أيضاً فخر السبق من هذه الوجهة — فأعمال الملك مينا مؤسس الأسرة الأولى على نهر النيل وتعديله لمجراه هى أول محاولة من نوعها سجلها التاريخ . كذلك خزان بحيرة مورييس الذى تم فى عهد أمنيحتب الثانى يعتبر عملاً هندسياً جليلاً قائماً بذاته خليقاً بكل إعجاب وهو ان لم يكن نتيجة مباشرة لتجارب علمية بحثة إلا أنه من غير شك وليد دراسة وخبرة وأثر من آثار التفنن والنبوغ يكفى فى تقديره أن نعود بعد توالى كل هذه الأحقاب الطويلة إلى الرجوع إلى ما يشبهه وأن نفكر فى القيام بتنفيذ مشروعات مماثلة .

ولا حاجة لى هنا أن أذكر بتفصيل دقيق شامل تاريخ البحث المائى

أو أن آتى على خطوات الانتقال التى مر بها والأدوار التى اجتازها خطوة
فخطوة وسأكتفى اليوم بالإشارة باختصار إلى هذه العصور التى يمكن
تقسيمها على الوجه الآتى :

الفترة الأولى — نشأة الأبحاث المائية ومبدأ تكوينها بمصر والصين
الفترة الثانية — نهضة اليونان والرومان وأعمالهم الهندسية الجليلة
التي تشهد بها آثارهم الحالية .

الفترة الثالثة — عصر الفتح الإسلامى بمصر .

الفترة الرابعة — أعمال الرى بشمال إيطاليا للتغلب على السيول
ومقاومتها وتقليل أضرارها فى عهد النهضة العلمية
الأوروبية .

الفترة الخامسة — نهضة المهندسين الفرنسيين وأبحاثهم المختلفة والتي
تابعهم فيها مهندسو ألمانيا وإنجلترا فى منتصف
القرن التاسع عشر .

الفترة السادسة — التطور الحديث فى الأبحاث المائية وإنشاء
المعامل الفنية بشكائها الحالى فى أوائل القرن العشرين
ويلاحظ أن تقدم علم الأبحاث المائية كان متناهيًا فى البطء إذ
كانت تمضى بين الفترة والفترة زهاء الألف عام من غير أن نجد فيها
ما يستحق الذكر والتسجيل .

فالى الفترة الثالثة كان أساس الأعمال المائية كلها دليل على قوة
بطش الفاتحين بها فالخزانات والقناطر والمجارى كانت تنشأ تحت تأثير

القوة فكانت هذه الأعمال من الضخامة بمكان عظيم حتى كان كبر حجم بعض هذه الخزانات من بواعث الضعف بدلاً من أن يكون من عوامل المتانة. فكان ثقلها أكبر مما تتحمل أساساتها ويرجع ذلك إلى جهل من قاموا بتشيدتها بالأصول العامة والفنية من حيث تأثير القوى الخارجية على أجسامها وتوزيع الجهود الداخلية فيها.

فإن كان القدماء قد تغلبوا على كثير من المصاعب بقوتهم إلا أن الطبيعة لا تحارب بالقوة وإنما تغلب بالعلم الصحيح.

يبتدىء التقدم الحقيقي والتوجيه الصحيح الذي مهد الطريق إلى الفتح العلمي الحديث من الفترة الرابعة حينما فكر في وقاية أرض إيطاليا من سيول جبال الألب (Alps) التي كانت تجرف معها الأراضي الخصبة فاستعملت القوة فلم تجد نفعاً أمام قوة الطبيعة ولذا اجتمع أهل العلم والفن بإيطاليا وفكروا في الأمر ملياً وكان زعيم هذه النهضة المباركة (Leonardo da Vinci) صاحب الصورة الشهيرة (La Jaconde) وكان هذا الرجل العظيم مهندساً ورساماً وشاعراً وحفاراً لم ير العالم مثله في نبوغه وتفوقه فشخص حركة المياه تشخيصاً يشهد له على فهمه لأصول العلوم المائية ثم جاء بعده (Galileo) وعمل بجهد مع (Castelli) و (Toricelli) حتى وضعوا بعض المبادئ العامة للمباحث المائية ومن عهدهم أخذت المباحث المائية صبغتها العلمية.

جاءت الفترة الخامسة حيث بدأ (Mariottoe) و (Pitot) و (Bernoulli) و (Chézy) و (Darcy) و (Bazin) من علماء فرنسا

و (Rankine) و (Froude) و (Reunold) من أسانذة انجلترا و (Weisback) و (Hagen) من مهندسى ألمانيا و (Francis) و (Hamilton) من رجال أميركا فبدأوا فى تحقيق النظريات بالتجارب وخصوا المياه فخصاً دقيقاً وعكفوا على دراستها درساً عميقاً للكشف على أسرارها ولمعرفة تكوينها .

أظهروا خواصها الطبيعية والكىماوية ثم بنوا قوانين ضبطها وحركتها وبذلك ظهرت علوم (Hydrodynamic) و (Hydrostatic) وعلم ال (Hydraulic).

وبفضل تحالف وتكاتف هذه العلوم المبنية على أركان راسخة من الملاحظة والتجربة والتحقيق أدخل كثير من التحسينات فى تصميم المنشآت المائية من قناطر وخزانات وسفن وطمبات وتريينات وبذلك أمكن تذليل القوى الطبيعية واستخدامها فيما يعود على الناس بالخير العام .

الفترة السادسة

التطور الحديث فى الابحاث المائية

ان من ينقب فى تاريخ الايدروليكا كعلم مستقل ويتتبع تطوره وتقدمه يبدوله جلياً أن أولئك الباحثون الذين اكتفوا بمراقبة جريان الأنهار بالطبيعة ودرسوا سيرها من غير الرجوع الى التجارب الفنية المستقلة فشلوا فى ابحاثهم وخابت مجهوداتهم لاكتشاف القوانين التى تسيطر على سير المياه وتؤثر على ما تحمله من طمى ورواسب كذلك الذين

عمدوا إلى المياه وحاولوا دراستها كعلم رياضى بحث بدلا من علم تطبيقى
وليد تجارب عملية جاءت نتائج أبحاثهم ناقصة بعيدة عن الحقيقة .

الحقيقة الثابتة أن الذين أثرت مجهوداتهم ووفقوا فى أبحاثهم هم فقط
أولئك المهندسون الذين دأبوا فى دراستهم على الجمع بين دراسة الطبيعة ثم
إجراء تجارب مستقلة فى معامل خاصة .

إن دراسة الأرصاد وتجميعها وتصنيفها بالطبيعة عملية بطيئة عقيمة
لا تؤدى فى الغالب إلى اكتشاف الوسائل التى يمكن بواسطتها التحكم
فى الأنهار سواء يتعدىها أو بتنظيم تصرفاتها إذ أنه فضلا عما تتطلبه عملية
الرصد ذاتها من وقت طويل ثمين فإن حركة المياه تخضع فى الأصل لعوامل
مختلفة متعارضة فتختلط الاسباب المؤدية للنحر أو الطمى أو تغيير التصرف
لدرجة تحجب الاستنتاج الصحيح .

دراسة هذه العوامل المتعارضة لا تأتى إلا فى المعامل وعن طريق
التجارب والبحث إذ أن كل هذه العوامل ممكن فحصها ودراستها ومعرفة
تأثير كل منها خطوة خطوة واكتشاف الاسباب الصحيحة التى تنتهى
إلى هذا التأثير .

بالتجارب فقط يمكن جعل علم المياه علما منتجا ذا أهمية مفيدة
بالحياة اليومية .

وبالطبع لن تكتمل هذه الدراسة ويتيسر إجراء هذه التجارب إلا
داخل معامل مجهزة بالأدوات اللازمة للرصد وخلافه بحيث يتوفر بها

ضمان الدقة والاستنتاج الصحيح فكثير من الأهمية يعلق على الأجهزة والمعدات والتسهيلات الموجودة في هذه المعامل .

معامل الأبحاث المائية

فكرة المعامل فكرة قديمة ولو أن المعامل الحديث كثير الاختلاف عن سلفه فالمعامل البسيطة التي التجأ إليها فندسى وجاليلو وغيرهما من أقطاب الباحثين كان أساسها خزان للمياه وفتحة وحوض لقياس التصرف تطورت هذه المعامل بازدياد الحاجة والرغبة في البحث وتمشت في تقدمها جنباً إلى جنب مع الاكتشافات الحديثة الهامة والتوسع الصناعي الهائل والتقدم الاقتصادي الحديث والتطور الفني في مختلف الفنون وأصبح المعامل الحديث داراً ضخمة مستقلة ومعهداً علمياً قائماً بذاته يحوى بين جدرانه أجهزة متعددة كطلمبات ضخمة للتغذية ومولدات للكهرباء وأحواض مختلفة وهدارات لقياس التصرف ونماذج مصغرة للقناطر والأعمال الصناعية المراد دراستها .

قيمة النماذج المصغرة

لا نزاع في أن نجاح الأبحاث المائية الحديثة والنتائج الباهرة التي وصلت إليها أخيراً يعزى في الأصل إلى إمكان استعمال النماذج المصغرة للمجاري أو الانشاءات الصناعية أو التريينات واجراء التجارب عليها ودراستها حسب أصول نظرية التشابه .

هذا هو الفتح الحقيقي في البحث المائي كما أن التقدم الفني في الأجهزة

الحديثة مكننا من أخذ الأرصاد بدقة متناهية تؤدي في الغالب إلى التثبت منها والتأكد من صحتها .

النموذج الصغير أقوى وأحدث سلاح لدينا بواسطة يمكن دراسة مسائل متنوعة كبيرة الأهمية عظيمة النفقات ويتوقف على علاج هذه المسائل سلامة أعمال صناعية تقدر قيمتها بملايين الجنيهات ومشروعات عظيمة لها أكبر الأثر في صميم حياتنا اليومية والاقتصادية وعليها أرزاقنا وأرواحنا .

كل ذلك يمكن دراسته بواسطة هذه النماذج الصغيرة وبشروط مخصوصة وبنفقة معدومة لا تكاد تذكر ومن غير اجتهاد أو ضياع للوقت يمكننا الوصول إلى نتائج مرضية جداً والتغلب على مصاعب عديدة تبدو في أولها مستعصية أو مستحيلة .

الشرط الأساسي في النماذج أن تكون متشابهة مع الأصل تشابهاً هندسياً وديناميكياً من كل الوجوه .

فلاستيفاء التشابه الهندسي يجب أن تكون أبعاد النموذج وتفاصيله صورة مصغرة طبقاً للأصل بكل معنى .

ولاحصول عل التشابه الديناميكي يجب أن نفي بجميع الشروط التي تجعل حركة المياه بالنموذج متشابهة لحركة المياه بالأصل وهذا لا يتأتى إلا بعد تحليل معادلات الحركة التي أوجدها العلامة (Stokes) سنة ١٨٥٠ و (Helmholtz) سنة ١٨٧٣ و (Reynolds) سنة ١٨٨٢ ، ولكن هذه

الطريقة تحتاج إلى دراية كبيرة لأصول علم الهيدروديناميك والفضل يرجع إلى مجهود (Reyleigh) سنة ١٨٩٩ وسنة ١٩٠٩ فقد استنتج هذه الشروط بطريقة بسيطة بتطبيق نظرية تجانس المقاسات والمقام لا يسمح هنا بالدخول في تفاصيل هذه النظريات .

ان التشابه الديناميكي بكل معنى الكلمة أمر من الصعب تحقيقه إذ من الواجب استعمال سائل آخر بالنموذج بدلا من الماء حتى تكون النتائج مطابقة للأصل ولكننا دائما نستعمل المياه بالنموذج والأصل إذ قد دلت التجارب على أنه طالما أن حركة المياه دوامية بالنموذج والأصل فنتائج النموذج لا تبعد كثيراً عن الواقع والطريقة الوحيدة التي يضمن بها وجود الحركة الدوامية بالنموذج هي مراعاة حسن اختيار مقاس النموذج حسب الأصول العلمية .

ومن الثابت الآن أن النماذج باستيفائها شروط معينة تعطينا نفس النتائج بغض النظر عن اختلافات المقاس فشلا قد صار قياس التصرف بأحدى الفتحات العليا بخزان أسوان بدون تكبد مصاريف تذكر بالنسبة لوجود حوض بني في الأصل خلف الخزان لتقويته ولقد عملت عدة نماذج لهذه الفتحة ذاتها وبمقاسات مختلفة وبمقارنة نتائجها بالنتائج المتحصل عليها من الأولى قد وجد أن جميع هذه النتائج متطابقة وذلك بالنسبة لاختيار مقاساتها حسب الأصول العلمية .

كذلك قد عملت عدة تجارب على القناطر الخيرية وخزان سنار وعلى

نماذج مصغرة لهما فكانت النتائج واحده في جميع الحالات ومن هنا يتضح أن النماذج التي لم يراع فيها التشابه الديناميكي بكل معنى الكلمة حسب نظريات التشابه تعطى نتائج يعتمد عليها كثيراً إذا ما روعي أن تكون حركة المياه دوامية .

وان كنا نتجاوز عن التشابه الديناميكي الكامل ومع ذلك نحصل على نتائج حسنة كذلك كثيراً ما تضطرنا الحال إلى التجاوز عن التشابه الهندسي دون تأثر النتائج بذلك وهذا يحدث في التجارب الخاصة بتعديل مجرى الأنهار وتحسين الموانئ إذ من الصعب عمل نموذج يبين جميع مجرى النهر بمقاس واحد بالنسبة للمساحة الكبيرة التي يشغلها مثل هذا النموذج . وفي هذه الحالة نعمد إلى اختيار مقاس العرض خلاف مقاس الطول خلاف مقاس العمق ومتى توفرت الدقة في اختيار هذه المقاسات حسب الأصول العامة كانت النتائج التي نحصل عليها يعول عليها كثيراً وتعطينا التجارب فكرة صحيحة عما يحدث بالطبيعة بالفعل .

ولا يتسرب إلى الذهن أن الوصول إلى نتائج التجارب هي من السهولة بمكان إذ أنه لضمان الوصول إلى الصالح منها والقيم هناك شروط عدة يجب توفرها سواء في الأشخاص المنوطة بهم هذه المهمة أو في الأبحاث ذاتها .

فيجب أن تخضع التجارب في الأصل إلى النظريات البحتة وأن تتمشى وتتفق مع الخبرة الطويلة المكتسبة من مباشرة وتنفيذ الجليل الهام من المشروعات العملية بالطبيعة .

فالنظريات في وضعها الحقيقي ما هي إلا بحث كامل غير متحيز ولا يمكن لغير المتمكن من هذه النظريات البهتة الوصول إلى تجميع وتصنيف نتائج هذه التجارب واستخلاص القوانين الصحية التي تربطها ببعضها .

كذلك يجب أن يكون الباحث ملماً بجميع الظواهر والعوامل الطبيعية خبيراً بأحوال الأنهر والمجاري وبأخذ الأرصاد .

أنه من الواجب حتماً التأنى في الحكم والاستنتاج فكثيراً ما يختلط تأثير العوامل وتتشابه كما أنه من الأهمية بمكان عظيم أن نساير الطبيعة بأحدث الطرق الاقتصادية وأكملها .

ولا يمكنني أن آتي هنا بالتفصيل الشامل على مختلف الاكتشافات والتحسينات التي يدين بها العالم والعلم لهذه النماذج الصغيرة ودراساتها في المعامل والكنى اكتفى بأن أذكر الحقيقة التالية وهي أن الوفرة الناتجة من دراسة مشروع من المشروعات والاقتصاد والتحسين الذي أدخل عليه نتيجة لدراسته وبحثه بالمعامل يربو في كل مسألة من المسائل على تكاليف المعمل ذاته .

هذا التقدم الفنى الباهر بعث الباحثين في مختلف الدول والممالك إلى الاستفادة من هذه المعامل والتسابق في إنشائها وفقاً لحاجتهم ورغباتهم وطبقاً لما تمليه عليهم وأحوالهم الخاصة فاندفعوا إلى الاكثار منها وتجهيزها بالحديث من الأدوات وامدادها بكل ما هو جديد حتى أصبحت كاملة مستوفاة .

سأحدث الآن عن نصيبنا المتواضع من هذه النهضة العالمية
المباركة : -

المباحث المائية في مصر

النيل هو مصدر حياة هذه البلاد ورخائه . في مياهه ثروة ضخمة
للقطر لذلك كان طبيعياً أن نوجه اهتمامنا الشديد إلى العناية بتنظيم هذه
المياه ودراساتها والقيام بكل ما من شأنه أن يزيد التحكم في مياه هذا النهر
العظيم والسيطرة على موارده فأنشئ الكثير من الخزانات والأعمال
الصناعية وعمدنا إلى الوسائل الفنية والمشروعات الهندسية بما انتهى بنا
إلى هذا البرنامج الضخم الشامل الذي يسهر على تنفيذه والعناية به رجال
الرى لتحسين حالة الرى والصرف وحماية القطر من شر الفرق أو الشرق
مما أنتم به على خبرة وبيئة .

ان نجاح هذه الأعمال ووفاء هذه المشروعات بما وضعت من أجله
يتوقف تماماً على استنادها الى أساس علمى صحيح لذلك كان لازماً أن يكون
الغرض الأساسى من المباحث المائية هو هذا النظام واستكمال وإدخال كل
ما يمكن أن يساعد على زيادة الثقة فى نجاح هذه المنشآت والطمأنينة إلى
سلامتها ومتانتها وتنفيذها على خير الطرق الاقتصادية والفنية .

أعمال المباحث فى مصر .

اتسع نطاق الابحاث المائية فى مصر وخطت خطوات سريعة حتى

فاقت مصر في هذا البحث كثيراً من بلاد العالم بل قد أصبحت في الصف الأول من الدول القائمة برقى هذا الموضوع .

على أن لأعمالنا صبغة خاصة واتجاهاً فريداً من نوعه أملت به طبيعة الحال طبيعة الأعمال الهندسية التي تقوم بها لتلائم حالة البلد خاصة وخصائص النهر الطبيعية وتقلبات مياهه لذلك جاءت أعمالنا مستقلة بعض الشيء متمشية مع ما يناسب هذا النظام ويساعد على الاستفادة منه وحسن تدبير المياه لدينا وإدخال التحسين الفني والاقتصادي على كل العوامل التي تؤثر في سلسلة هذه الأعمال المتصلة الحلقات المترامية الأطراف .

وسأبين الآن فيما يلي على قدر المستطاع ما أدته المباحث المائية لنظام الري من خدمات وأى تأثير عظيم أدخل على طريقة توزيع المياه بالقطر .

(١) أعمال الرصد — إن الأساس الحقيقي الذي تبنى عليه دراسة

كثير من المشروعات قبل تنفيذها والعامل الأكبر الذي نستطيع به معرفة كمية المياه التي لدينا والتي نستطيع به المقارنة التحليلية قبل توزيع المياه وتديرها هي رصد المناسب وتجميعها وتصنيفها وبديهي أن قيمة هذه الأرصاد تتوقف كثيراً على مبلغ الدقة الذي يراعى في أخذها فكلما قويت الثقة في صحة هذه المناسب كلما صح الاعتماد عليها وأصبحت ذات فائدة حقيقية .

المقياس العادى فوق تأثيره بكثير من العوامل الطبيعية كالأمواج والرياح فهو عرضة أيضاً لاختطاء موضوعية لصعوبة قراءته أو مراجعته للتأكد من صحته .

هذه العيوب الرئيسية قد درست وأصبح في الامكان ملاحظتها بما استنبط في قناطر الدلتا من أنواع المقاييس المختلفة التى تناسب مع الأغراض التى وضعت من أجلها وتختلف صلاحية استعمال أى نوع منها وتفضيله على الآخر تبعاً لمنطقة المقياس ودرجة أهميته ومبلغ الدقة الذى يراد الوصول إليه ؛ فهناك .

(١) المقياس ذى العوامة Float Gauge وهو أبسطها شكلاً وأقلها نفقة وصيانة وأكثرها ذيوعا وانتشاراً لسهولة تركيبه ودقته النسبية وملاءمته لكثير من المواقع .

(٢) المقياس المفرغ من الهواء Vacuum Gauge وهو أيضاً من أحسن الأنواع وأكثرها صلاحية للاستعمال وتوجد منه أنواع كثيرة .

(٣) المقياس ذى التذكرة Ticket Gauge والغرض الأساسى من هذا النوع هو ملاحظة الأخطاء الناتجة من قراءة الارصاد ثم التأكد من عدم التلاعب فى المقاييس عند تبليغها ولسهولة مراجعتها من جهة أخرى .

(٤) المقياس التليفونى Telephone Gauge وهذه تعتبر أكمل الأنواع وهى جلية الفائدة فى المناطق الهامة التى يراد الاتصال بها من وقت لآخر .

وقد استعملت هذه الأنواع كلها فى مختلف القناطر وأدخل هذا التغيير تدريجياً وعلى قدر ما سمحت به الظروف وأصبح لدينا بفضل هذا التحسن سلسلة كاملة من الارصاد يمكن الاعتماد عليها اعتماداً كلياً .

(٢) التصرف — إن معرفة كمية المياه التي تنحدر في مجرى النهر الرئيسى أو خلف أى عمل من الأعمال الصناعية العديدة الواقعة على طول النهر أو فى الترع الرئيسية أو الفرعية وسهولة تقدير هذا التصرف أمر له قيمته فى معرفة الأيراد أو التصرف وعامل من العوامل الأساسية التى لها أكبر الأثر فى دقة التوزيع وضبطه .

والفضل كل الفضل فى دقة التوزيع الحالى وعدم ضياع المياه فى الأوقات الحرجة يرجع إلى المجهود الذى بذل بواسطة ادخال المباحث المائية فى تقدير تصرف الأعمال الصناعية بطريقة عملية سهلة وفى الوقت نفسه على وجه دقيق مما كان له أحسن الأثر فى سهولة التنبؤ بحالة النهر وفى تقدير الفاقد والمكتسب بالطريق بين أسوان والقناطر الخيرية .

طرق قياس التصرف

المتبع فى ذلك طريقتان إما أن يقاس التصرف فى الطبيعة وذلك باستعمال (الكرنتيومتر) عداد السرعة أو استعمال نماذج مصغرة بأحواض التجارب .

على أنه من المستحسن جدا إذا سمحت الظروف أن يجمع بين الطريقتين حتى يفحص الموضوع من كل نواحيه وحتى تكون نتيجة التعبير دقيقة وافية بكل ما هو مطلوب .

قياس التصرف بالطبيعة

ولو أن قياس التصرف بالطبيعة عملية شاقة بطيئة إلا أنها عملية مجدية

لجمع الأرصاد في أوقات متسلسلة والخروج من ذلك إلى وجود العلاقة التي تربط كلا من هذه العوامل المختلفة بشكل بسيط سهل وقد يتبع في ذلك طرق عدة إلا أن أدقها وأكثرها ملاءمة واستعمالاً بالقطر المصرى هي قياس التصرف بواسطة عداد السرعة أى الكرنومتر .

على أنه عند استعمال هذه الطريقة يجب أن تراعى عوامل عدة مهمة لما لها من تأثير كبير على قيمة النتائج التي نحصل عليها ويمكن تلخيص هذه العوامل فيما يأتى : —

- (١) حسن اختيار موقع التصرف .
- (٢) ضرورة العناية بأخذ الأرصاد بواسطة العداد ورصدها وتبويبها بطريقة سهلة .
- (٣) رصد المناسب .
- (٤) طريقة الموازنات وتمير التصرف .
- (٥) موضع البوابات .
- (٦) انسياب المياه بين الفتحات وهل هي مغمورة أو حرة أو في فترة انتقال بين الاثنين .

وبفضل جهود مصلحة الطبيعيات وقسم المباحث المائية بما أنشأته من أحواض لاختبار جهاز التصرف بالقناطر الخيرية قد أصبحت هذه الطريقة ثابتة ودقيقة لدرجة يعتمد عليها كثيراً .

تقدير التصرف بواسطة النماذج

على أنه يمكن بواسطة استعمال نماذج مصغرة بمراعاة الشروط المخصوصة التي أتينا عليها والتي يجب توفرها في اجراء تجارب من هذا النوع يمكن تقدير تصرفات كثير من الأعمال الصناعية على وجه دقيق وبتكاليف بسيطة ومن غير إجهاد أو ضياع للوقت قد عيرت كثير من الخزانات والقناطر الرئيسية على النيل وعلى افهام الترع الرئيسية بواسطة النماذج في القناطر الخيرية كخزان أسوان وسنار وجبل الاولياء وقناطر نجع حمادى وقد ساعد هذا التعبير على سهولة الموازنات واجرائها بالدقة وعلى الوجه المرغوب كما ساعدت على دراسة كثير من المسائل الفرعية التي سأوضحها فيما بعد ويمكن القول بأن جميع هذه النتائج كان لها أكبر الأثر في حسن التوزيع ودقته .

(٣) تعبير القناطر — إن رصد المناسب أو قياس التصرف كل هذه عمليات أولية الغرض منها جمع معلومات يتيسر بواسطتها دراسة الجرى وبحث كثير من المشروعات التي تقوم بها وهى فى الحقيقة تمهد لنا الطريق مبدئياً للوصول إلى تدبير المياه التي لدينا والتحكم فى اجراء التوزيع على وجه دقيق بواسطة المنشآت الصناعية التي لدينا ولن يتوفر حسن التوزيع إلا إذا عيرت جميع الأعمال الصناعية وعرفت خصائصها وتصرفاتها من غير حاجة إلى قياسها فى كل لحظة وتتوقف الطريقة التي تتبع فى التعبير على العوامل الآتية : —

- (١) نوع القنطرة وأهميتها .
- (٢) شكل وطبيعة انسياب المياه .
- (٣) طريقة الموازنات وتمير التصرف .

قناطر الحجز الرئيسية

تجرى الموازنات على هذه القناطر بواسطة بوابات حديدية فاذا كانت الفتحة مغمورة أو حرة أمكن إيجاد قانون يربط التصرف بمناسيب الأمام والخلف والفتحات وإذا ما توصلنا إلى إيجاد هذا القانون سهل لدينا تمثيل هذه العلاقة بواسطة منحنيات (Abacs) مراعين في اختيارها أنسبها للاستعمال من وجه البساطة وسهولة الحساب وخلوها من التعقيد .

في جميع هذه الأحوال لم تعترضنا صعوبات فلن تتأثر هذه العلاقة من جهة الطمي أو النحر في المجرى ذاته أما إذا كانت الفتحة لا هي بالمغمورة ولا الحرة وكان فرق التوازن صغيراً فلن تجدى هذه الطريقة وفي هذه الحالة ممكن تعبير القنطرة بواسطة منحنى خلفي يبين التصرف مع مناسيب المياه الخلفية والعيب الوحيد في أمثال هذه المنحنيات هو تأثرها بالتغيرات التي تطرأ على شكل المجرى من وجهة النحر أو الطمي وتغير الانحدار لأي سبب من الأسباب ولذا فمن الواجب مراجعة هذه المنحنيات وبإدخال التصليح اللازم عليها حتى تتمشى دائماً مع التغيرات التي تطرأ في المجرى وذلك بأخذ تصرفات في أوقات منتظمة متسلسلة لمناسيب مختلفة .

القناطر الفرعية .

أما القناطر الفرعية وهي عادة قناطر صغيرة تجرى الموازنات عليها بأخشاب من الغما فلن تجدى في تغييرها الطرق السابقة وخصوصاً لأن المجرى الخلفى عرضة لتغيرات كبيرة بين آونة وأخرى مما يقلل كثيراً من فائدة استعمال منحى تصرف لمناسيب الخلف وعليه أدت المباحث إلى استنباط طريقتين يتبع أيها في التقدير : —

الأولى — بناء هدار فى الخلف إذا سمحت حالة المجرى بذلك ولم تعترضنا صعوبات من وجهة الملاحه أو المناسيب والأحسن أن يكون الهدار ذا موجة ثابتة .

ولقد عيرت هذه الهدارات بالقناطر الخيرية ودرست خصائصها ووجدت تصميمها وأبعادها واستعملت فعلاً فى ترع مختلفة كهدار أشمنت ومغاغه وبنى حدير .

الثانى — وهناك طريقة أخرى يمكن بواسطتها تغيير هذه القناطر وذلك باستبدال أخشاب الغما بالأبواب ذات التروس الحلزونية يركب عليها جهاز يقدر التصرف الماربها ويمكن قراءته فى أى لحظة بواسطة البحار أو الشخص المكلف بإجراء الموازنات ومراقبتها وهذا الجهاز بسيط فى تركيبه سهل الاستعمال ولا يحتاج إلى تغيير أساسى بالقنطرة أو نفقات إضافية للصيانة وقد ركب ذلك على أفهام كثيرة مثل فم ترعة دروه .

كل هذه التحسينات قد توصلنا إليها بعد تجارب طويلة أجريت بأحواض التجارب بقناطر الدلتا.

أفام ترع التوزيع الصغيرة

ولمعرفة التصرف المسار بها أهمية كبرى في التوزيع وفي تقدير المقننات المائية وخير الوسائل التي اقتنعنا بفائدتها في تعيير أفام هذه الترع هو بناء أعتاب متحركة ذات موجة ثابتة.

ولقد أجريت بالقناطر الخيرية سلسلة تجارب طويلة على هذه الأعتاب وبحث تصميمها من عدة نواحي مختلفة وخرجنا من كل ذلك إلى الوصول إلى تصميم يمكن تطبيقه وتعميمه على هذه الأفام ويصلح لأجراء الموازنات عليها بكل سهولة وبودي أن أرى اليوم الذي تحوّل فيه جميع هذه القناطر إلى هدارات من هذا النوع كلما سمحت الحالة بذلك فهذا من غير شك من أكبر العوامل التي تساعدنا على السيطرة على التوزيع وحسن تدبير المياه والاقتصاد كما هو متبع الآن بمنطقة الجزيرة بالسودان.

فتحات الري

توزع المياه على الأراضي بواسطة مواسير عادية تختلف في نوع مادتها حسباً لظروف هذه الفتحات على بساطتها كانت ولا تزال من أكبر العيوب الحالية في نظام التوزيع الحالي ولقد دعت هذه العيوب الظاهرة والصعوبات التي نلاقها في التوزيع كثير من الباحثين وكبار

رجال الرى إلى التفكير فى ما آخذ أخرى أكثر صلاحية من الفتحات الحالية وفى الوقت نفسه يمكن استعمالها بالغيط ولا تستلزم صيانتها جهداً كبيراً .

والعيب الرئيسى فى الفتحات الرئيسية ينحصر فى تأثير تصرفها بمنسوب المسقة الخلفى وفى ازدياده تبعاً لازدياد الضاغط على هذه المواسير فالتصرف المقدر والمتبع فى الجداول الرسمية لا يتناسب بتاتا مع التصرف الفعلى الذى تسحبه هذه الفتحات لعدم ثباته واستقراره وخضوعه لعوامل متغيرة عديدة كلها تؤثر فى هذا التصرف وتعمل على عدم انتظامه وبذلك يختل نظام المناوبات ويفسد التوزيع وتعم الشكوى وتزداد متاعبنا أضعافاً مضاعفة .

هناك اقتراحات عدة لشكل هذه المآخذ رغم ما بها من مزايا وتحسين ظاهر إلا أنها ليس فيها القضاء التام على جميع الصعوبات التى تعترضنا فى الوقت الحالى .

ولقد أدت الأبحاث إلى اقتراحين :

(١) ماسورة ذات قاع أفقى .

(٢) ماسورة ذات عتب خلفى .

ولا تؤدى هذه المآخذ إلى الحل النهائى المطلوب إلا إذا أمكن حفظ الانحدار ثابتاً فى الأحباس المختلفة والمحافظة على هذه الدرجات .

والآن وقد أتيت باختصار على التحسينات التى أدخلت والتى أمكننا بواسطتها رصد المناسيب المختلفة على النهر وفروعه وتقدير التصرفات ومعرفة

كميات المياه التي لدينا وطريقة الانتفاع بها ؛ سأنتقل بكم إلى ناحية أخرى لا تقل أهمية عما سبق ان لم تفوقها وهي ما هدت إليه التجارب العملية والعامة لمعرفة أنسب الطرق لأجراء الموازنات وأحسن التصميمات وأكملها وأقلها عرضة للنحر وصلاحيه للملاحة .

تبنى المنشآت المائية طبقا لما يتطلبه فن إنشاء الأعمال الصناعية وما يحتمه من تناسب في أجزائها المختلفة حتى يكون المبنى متينا قويا من حيث مقاومة ضغط المياه .

وكثيراً ما يكون التصميم موفقا من وجهة الانشائية ومطابقا لما يتطلبه علم التصميم والهيدروليكا حتى إذا ما نفذ بالفعل ظهر كثير من العوامل التي لم تكن في الحسبان والتي أهمل شأنها عمداً لضآلة أهميتها وابتداء هذا التأثير صغيراً في مبدئه قويا في مفعوله واكتسب بمرور الزمن قوة وأخذ يعمل تدريجيا حتى يهدد سلامة المبنى ذاته وأصبح خطراً حقيقياً واقعاً يحسب له ألف حساب .

ومن الوجهة التصميمية لا يمكن الاهتداء الى هذه العوامل أو معرفة تأثيرها على وجه الدقة إلا عن طريق واحد هو طريق المباحث والتجارب وسأذكر الآن خلاصة ما هدتنا إليه تجاربنا من هذه الوجهة وما أدت إليه مباحثنا المحدودة في إدخال التحسينات على هذه التصميمات وابعاد كل العوامل الغير مرغوب في وجودها والتي من شأنها أن تزيد في صعوباتنا وفي الحاق الضرر لهذه القناطر التي نحرص على سلامتها من كل الوجوه وسأبحثها على الترتيب الآتي :

المأخذ — أنسب مجرى لدليل أى قنطرة هو ما كانت تناسب به المياه بحالة منتظمة لا يتولد عنها تيارات شديدة أو دوامات قوية المفعول حتى لا يتأثر المجرى بالطمى أو النخر وبذلك نطمئن على سلامة القنطرة وسهولة الملاحة .

هذه الشروط لا يمكن استيفائها وبحثها نظريا أو بالطبيعة وانما يمكن درسها بواسطة القيام بتجارب على نماذج مصغرة لها بشروط مخصوصة وذلك للوصول إلى أحسن المآخذ وأسلمها وأكثرها صلاحية للملاحة . وقد قامت القناطر الخيرية بأجراء تجارب من هذا النوع على مآخذ الأعمال الآتية :

- (١) مدخل الفاروقية والطارف أمام قناطر نجع حمادى .
- (٢) مدخل فم الرياح العباسى الجديد وقنطرة عمر بك .
- (٣) مدخل رياح البحيرة المقترح .

ومن هذه التجارب أمكننا إدخال التعديلات والتحسينات على شكل هذه المآخذ وذلك باستبعاد كل العوامل الغير مرغوب فيها والتي من شأنها التأثير فى حالة المجرى الأسمى أو المأخذ ذاته وبذلك توصلنا إلى شكل المأخذ الذى تتوفر فيه كل الشروط المطلوبة .

الفرش :

أن أطوال الفروشات وأبعادها وأشكالها تلعب دورا هاما نحو التأثير

على النحر خلف الأعمال الصناعية ومسألة اختيار أنسب الاشكال حفظا
لسلامة القناطر هي من المسائل التي تضاربت فيها الاقوال والنظريات .
فكثيرا ما يحدث أن أطوال الفروشات وأبعادها ولو أنه روعى في اختيارها
الاصول الفنية الا أنها مع ذلك لا تمنع حدوث النحر الذي قد يبدو ضئيلا
في مبدئه ثم يتسع تدريجيا حتى يصبح خطرا حقيقيا يقتضى علاجا سريعا
حاسما ومصاريفا إضافية باهظة كان من الممكن تجنبها . فمثل هذا الموضوع
الخطير يجب أن يترك للتجارب لايجاد الحل الذي يناسب كل قنطرة بعد
تصميمها إذ أن هناك عوامل كثيرة من الضروري مراعاتها قبل اختيار أبعاد
وشكل الفرش اللازم .

هذه العوامل تنحصر فيما يأتى : —

- (١) السرعة داخل العيون وخارجها .
- (٢) السرعة بالمجرى خلف القنطرة .
- (٣) نوع البوابات وارتفاعها .
- (٤) وضع البوابة السفلى بالنسبة للبوابة العليا .
- (٥) طريقة الموازنات لتمرير المياه من الفتحات .
- (٦) نوع انسياب المياه من الفتحات وهل هي منغمورة أو حرة أو
في دور الانتقال بين الحالتين .
- (٧) اختلاف مناسيب العيون .

الواقع أن هذه العوامل قل أن تتشابه في قناطر متماثلة وعلى ذلك

فليس من الحكمة أن يكون شكل فرش هذه القناطر واحدا إذ أن لكل قنطرة ظروفها الهيدروليكية .

فهناك مثلا كثير من التشابه ما بين خزان أسوان وسنار مما دعى مبدئيا لاختيار فرش سنار على نمط خزان أسوان إلا أنه بعد تنفيذه بالطبيعة تبين أن هناك تفاوت كبير بين التيارات خلف كل من الخزائين هذا التفاوت الذى كان من شأنه أن هدد فعلا سلامة خزان سنار وقد تعدل تصميم الفرش بعد ذلك طبقا لسلسلة التجارب التى قامت بها قناطر الدلتا وأمكن بها ملافاة كل هذا كذلك أن أغلب القناطر الرئيسية المقامة على النيل متشابهة ولكن بينما يشتد النحر خلف قناطر أسيوط وإسنا نتيجة لمرور المياه من فوق البوابات فإن فرش القناطر الخيرية وزقى فى أمان نتيجة لمرور المياه من بين البوابات .

ولو نظرنا الى كل من سدّى رشيد ودمياط لوجدنا أنه رغم أنهما متماثلان فى التصميم من كل الوجوه فإن النحر أشد ما يكون خلف سد رشيد بينما يترأكم الطمي خلف سد دمياط وهذا بالطبع نتيجة لاختلاف سرعة المياه فى الفرعين .

ولا يفوتنى أن أذكر أنه ولو أن التشابه بين الرياح التوفيقى والمنوفى كبير إلا أن فرش التوفيقى عرضة لتأكل شديد بينما فرش الرياح المنوفى غير معرض لأى تأكل وما ذلك إلا لأن ارتفاع البوابات السفلى فى التوفيقى كبير (٣٥٠) وهى موضوعة بالدرواند الأمامى مما يجعل الفتحة

بحالة حرة تندفع منها المياه نحو الفرش مباشرة أما في الرياح المنوفى فارتفاع البوابة السفلى ١٥٠م فقط وهى موضوعة بالدرواند الخلفى بحيث تكون الفتحة دائما مغمورة تندفع المياه منها نحو السطح فلا تؤثر كثيرا على حالة الفرش .

أما مسألة اختلاف مناسيب العيون وما يتسبب عنها فهذه أيضا لها أهميتها كما هو الحال في عيون قناطر رشيد ونجع حمادى فانه يحدث عندما تكون القناطر مفتوحة عن آخرها أنه لا تتوزع السرعة بانتظام نتيجة لهذا الاختلاف وتتولد عن ذلك تيارات ودوامات غير مرغوب فيها ويحسن كثيرا تجنبها .

كل هذه الأمثلة تدل دلالة واضحة على ضرورة دراسة تصميم كل عمل من الاعمال الصناعية بواسطة النماذج وهذه هى الخطة التى تسير عليها مصلحة الري فى الوقت الحاضر فقبل البدء فى بناء خزان جبل الأولياء كان منسوب العيون ٣٦٩٠ ولما تبين من التجارب حدوث نحر فى الخلف فقد رؤى تخفيض منسوب العيون الى ٣٦٨٠ حتى تبقى الفتحة مغمورة فى كل الحالات ويقل النحر تبعا لذلك وهذا هو نفس ما اتبع فى مشروع قناطر محمد على اذ صار عمل تجارب على نماذج لهذه القناطر المفتوحة وذلك قبل البت نهائيا فى تصميمها .

لقد أصبح من المسلم به فنيا أنه اذا تساوت العوامل الهيدروليكية فالفرش الافقى هو أفضل الاشكال للقناطر كما وأن الشكل المائل هو أنسبها

للخزانات على أنه للاعتبارات المالية شأن كبير في هذا الموضوع يجب مراعاته والتجارب هي خير كفيل للتوفيق بين ما يعليه الفن وما تتطلبه العوامل الاقتصادية ليكون المشروع مقبولا من جميع الوجوه .

البغال :

مما يستلفت النظر أن أشكال البغال في القناطر الموجودة على النيل وفروعه تختلف اختلافا ظاهرا يبعث على التساؤل عن علة هذا الاختلاف وتجعلنا في حيرة عند التفضيل بين هذه الأشكال المختلفة التي قد تكون مثلثة الشكل أو مربعة أو مستديرة وفي الغالب يرجع هذا الاختلاف الى ذوق المصمم الفني لا غير .

إن السرفى ظهور التموجات السطحية العظيمة التي قد يبلغ ارتفاعها ١٥٠ م بقناطر فم البحيرة وقناطر رشيد ونكلا ودنشال يرجع الى شكل بغال هذه القناطر .

إن التجارب الحديثة قد أثبتت أن شكل البغال يجب أن يصمم بحيث يكون أقل ما يمكن مقاومة لسير المياه حتى لا تتولد عن ذلك الدوامات الخلفية كذلك من الواجب جعل سمك البغال واحد في القنطرة جميعها بمعنى أن يستغنى عن البغال الكبيرة الحجم التي كانت توضع عادة بين كل عشرة فتحات .

الأجنحة :

يمكن القول إن الأنواع الرئيسية لأشكال الأجنحة للقناطر هي المربعة والمائلة والعوامل التي تجعلنا أميل لاختيار أحدهما وتفضيله على الآخر يمكن إرجاعها إلى الآتي :-

- (١) نسبة قطاع المجرى على عرض الفتحات .
- (٢) سرعة المياه واندفاعها .
- (٣) التيارات المائية المتسببة عن كل شكل من هذه الأشكال .

كل هذه العوامل يجب أن يحسب حسابها قبل تحديد الشكل الأنسب لهذه الأجنحة على أن العامل الأخير هو الحد الفاصل والأساس الذي يجب أن تعطى له كل الأهمية عند الاختيار ولا سبيل إلى معرفته على وجه الدقة إلا بالتجارب .

كثير ما يتسبب عن عدم الدقة في تحديد هذه التيارات ودراستها ومعرفة تأثيرها من كل الوجوه ان تظهر صعوبات في التنفيذ حيث تتولد تيارات عكسية ودوامات خطيرة من شأنها ألا تهدد الملاحة فقط بل أن تؤثر تأثيرا سيئا على حالة المبنى وسلامته .

ولقد دلت التجارب على أن الأجنحة المربعة يتسبب عنها تيارات عكسية تختلف شدتها تبعاً لسرعة المياه وطاقتها وتغير القطاع كما هو حاصل بالرياح التوفيقى فالتساكل الشديد بتكسياته والمخاطر التي تتعرض لها

الملاحه هى نتيجة مباشرة للتيارات والدوامات التى تولدت من أجنحته المربعة .

وعلى وجه العموم يمكن القول أن الأجنحة المائلة إذا أحسن إختيارها هى أفضل هذه الأشكال وأكثرها صلاحية .

٤ (البوابات — وهنا أود أن ألفت الأنظار إلى أن هذه النقطة كثيرا ما أهمل شأنها فى التصميم ولم تدرس الدراسة الكافية من كل النواحي فالمهندس عذر مقبول إذا ما فاتته تحديد هذا العامل ومعرفة تأثيره لأنه يستحيل عمليا توفير هذه الدراسة من غير إجراء تجارب على نماذج مصغرة .

تأثير البوابات وما يتولد عنها من تيارات ومبلغ تأثير هذا على العيون وعلى سلامة الفرش وغير ذلك ناتج من العوامل الآتية : —

١ (موضع البوابات .

٢ (ارتفاع البوابات .

فالعامل الأول أى موضع البوابات له شأن كبير فى تكوين الدوامات الخلفية وبعد نقطة العادل ويجب أولا أن يراعى أن تكون البوابات عند وضعها بالدرونادات قريبة من بعضها ولا يترك بينها مسافة كبيرة تؤثر على معامل التصرف كما ويحسن أن توضع البوابات السفلى فى الدوراندا الخلفى إذ أنه فى هذه الحالة تمر المياه بين الفتحة متجهة نحو السطح وبذلك لا يكون فرش القنطرة عرضة لتأثير المياه .

أما ارتفاع البوابات فيجب أن يراعى في أبعادها سهولة إجراء الموازنات وإمكان تمرير التصريف دائماً في الدرجات المختلفة بين البوابات حتى لا يتعرض الفرش لأخطار النحر كما سيأتى الكلام عليها فيما بعد — وفى الغالب يمكن إجراء الموازنات بهذا الشكل اذا ما كان ارتفاع البوابة السفلى صغيراً بالنسبة لغيرها ويحسن ألا تزيد عن $\frac{1}{3}$ سمك المياه وأن يكون الحد الأقصى حوالى — ٢ متر اذا ما كان ذلك ممكناً .

طريقة الموازنات . .

يمكن تمرير المياه من البوابات بثلاثة طرق مختلفة .

أولاً — تمرير المياه فوق البوابات .

ثانياً — تمرير المياه بين البوابة السفلى والفرش .

ثالثاً — تمرير المياه بفتحة بين البوابة السفلى والعليا .

ولو أن اسرعة المياه الخلفية أثر واضح في تحديد شكل التيارات وما ينتج عنها إلا أن طريقة تمرير التصريف هى أشد تأثيراً في تكوين هذه الدوامات .

ولكل حالة من هذه الحالات خصائص مختلفة من حيث شكل الدوامة وحجمها ودرجة النحر التى تنتج عن ذلك كما سنوضحه فيما يأتى :

أولاً — تمرير المياه فوق البوابات .

تتكون دوامة سطحية عكسية ويتجه التيار نحو الفرش فيجعله عرضة

للتأكل ويمكن القول أن مرور المياه بهذه الصفة غير مرغوب فيه أصلاً إذ أنها يفرض تساوى السرعة والتصرف فإن النحر أشد كثيراً من الحالات الأخرى .

ثانياً — تمرير المياه بين البوابة السفلى والفرش .

في هذه الحالة تتكون دوامة سطحية عكسية وينشأ عن هذه الحالة نحر شديد يقل عن النحر في الحالة الأولى .

ثالثاً — حالة مرور المياه من بين البوابات .

أ — البوابة السفلى في الدرواند الأمامى .

تتكون دوامة عكسية سطحية ويكون الفرش عرضة لتآكل بسيط

ب — البوابة السفلى في الدرواند الخلفى .

تتكون دوامة عادية على الفرش ولا يحصل نحر بالقاع ويحسن جد إذا أمكننا أن نلجأ إلى هذه الطريقة في تمرير التصرف .

ويستخلص من كل هذا أن لطريقة تمرير التصرف ووضع البوابات وارتفاع البوابة السفلى . كل هذه العوامل مهمة جداً تؤثر كثيراً في تحديد شكل الدوامات وفي النحر وفي تقليل التآكل ويجب أن يراعى في تصميم البوابات ما يأتى :

(١) أن توضع البوابة السفلى في الدرواند الخلفى .

(٢) أن يكون ارتفاع البوابة السفلى أقل نسبياً من باقى البوابات لتسهيل إجراء الموازنات .

(٣) أن يمر التصرف من بين البوابات في جميع الحالات .

الضفيرة الخلفية.

مما قدمنا يتضح أن في علاج كثير من النقط السابقة وفي العناية بأمرها وفحصها تقليل لكثير من أخطار النحر التي قد تهدد سلامة القناطر على أن هناك علاج بسيط آخر قد هدت إليه التجارب وأثبتت صلاحيته التامة في صيانة الفرش من النحر وذلك ببناء حائط صغير في نهاية الفرش بعرض المجرى وهذا الحائط الصغير من شأنه أن يقوم بتحويل جزء كبير من تيارات القاع الى السطح فتصطدم بها وتقلل كثيراً من طاقة المياه المارة. وبذلك يقل تعرض مجرى النهر للنحر .

وقد أجريت تجارب عدة لمعرفة أحسن الأشكال لهذا الحائط الصغير وأنسب الارتفاعات وقد أدت هذه التجارب الى النسب الآتية : —
(١) ارتفاع الحائط هو حوالى ٥٠ سم ويجب أن يكون مغموراً بالمياه ^(١) .

(٢) الحائط المصمت هو أبسط الأشكال وأقلها نفقة .
(٣) الحائط المسنن هو أنسب الأشكال من حيث تقليل النحر إلا أنه أكثر كلفة .

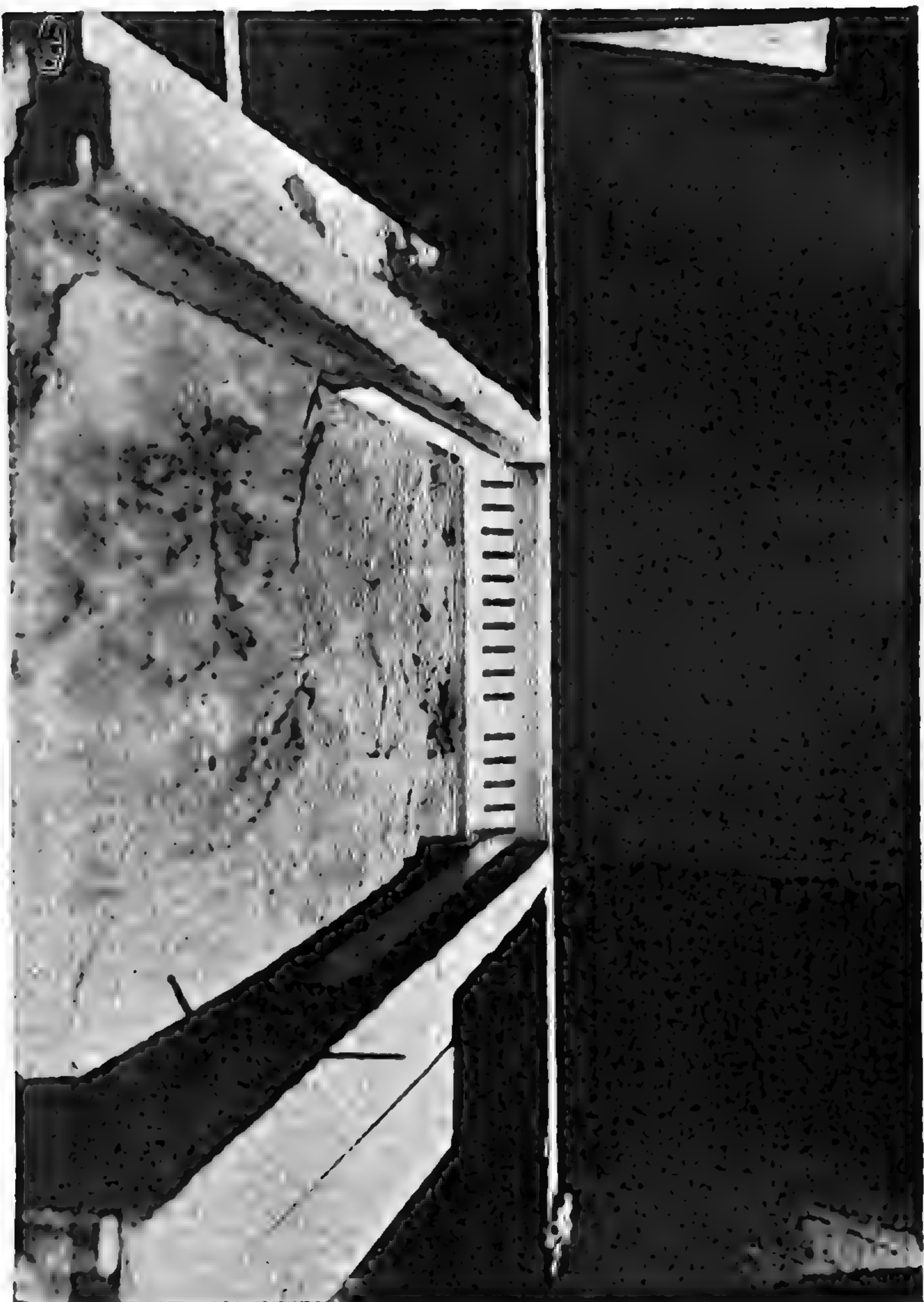
هذا خلاصة ما هدتنا اليه أبحاثنا المائية بواسطة التجارب على نماذج مصغرة والجمع بين ذلك وبين دراسة الطبيعة ومسايرتها وإخالكم تتفقون

(١) وفي حالة ما إذا كان سمك المياه لا يسمح بغمر الضفيرة تماماً فإنه لتقليل النحر توضع حائط تصادم بارتفاع نصف متر خلف البغال أو توضع أخشاب غما بارتفاع حوالى ٥٠ سم في الدروندات الخلفية كما هو الحال الآن في قناطر نجع حمادى .

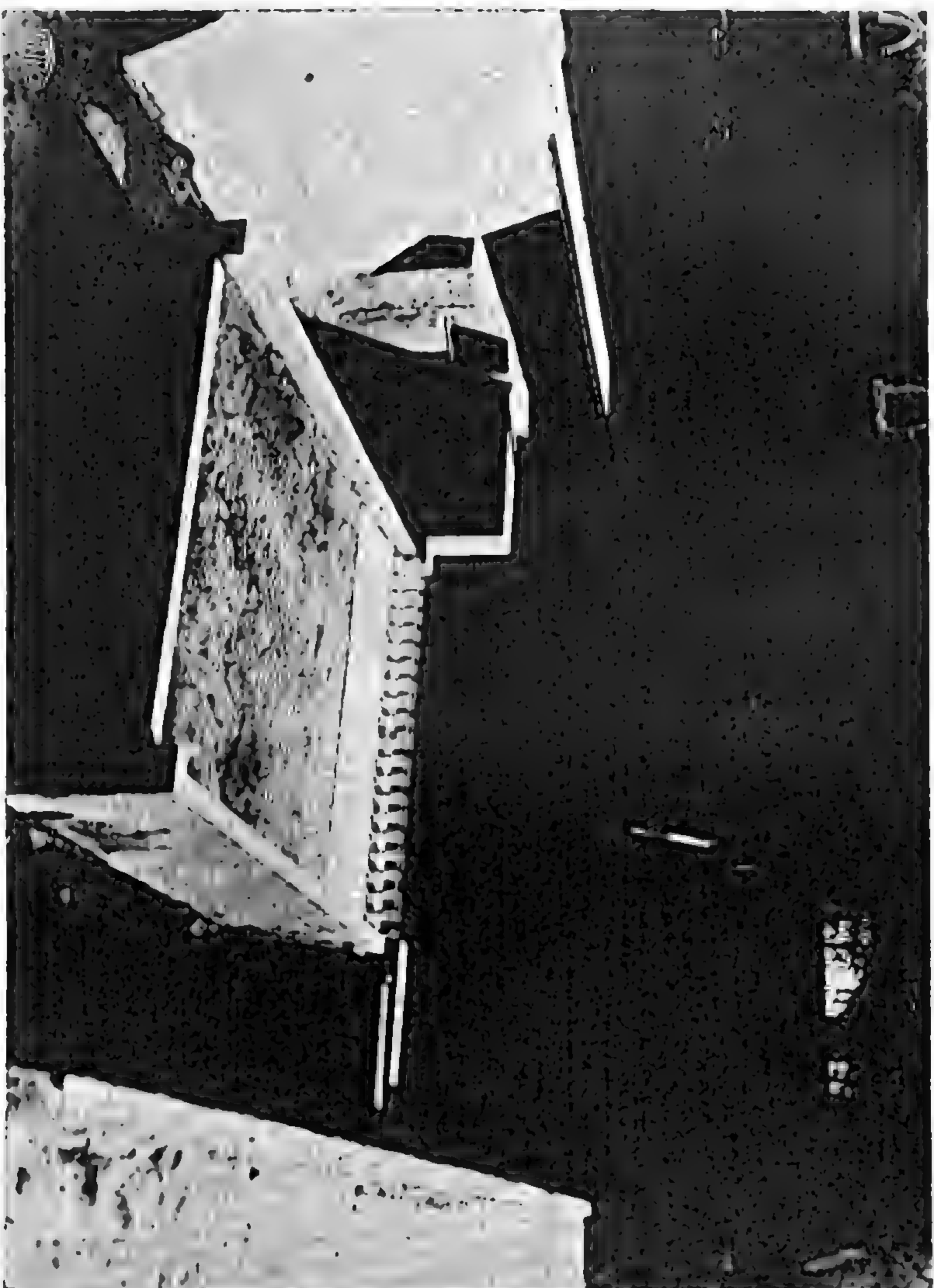
معنى فى أن هذه الخطوات الواسعة التى خطوناها وجميع هذه النقط التى
أشرت إليها بأجمال وكل هذه التحفظات والأحتياطات لو روعيت فى
التصميم ودرست بواسطة التجارب لقللت كثيراً من متاعبنا وزادت من
طمأنينتنا فى نجاح جميع الأعمال الصناعية التى نقوم بها ولأدت كثيراً إلى
تخفيض مصاريف صيانتها وإصلاحها .

وعلى العموم فأن ما نطمح أن نحصل عليه فى قناطر الحجز هذه وما
نحرص عليه كل الحرص من دراسة هذه التحسينات وما نرمى إليه فى كل
التجارب هو إجراء الموازنات بشكل نمنع به حصول دوامات أو تيارات
غير مرغوب فيها لما لها من تأثير سىء على سلامة القنطرة وكل الوسائل
التي أشرت إليها كفيلة بأن تساعد على الحصول على هذه الحالة على أكمل
الطرق الفنية والاقتصادية .

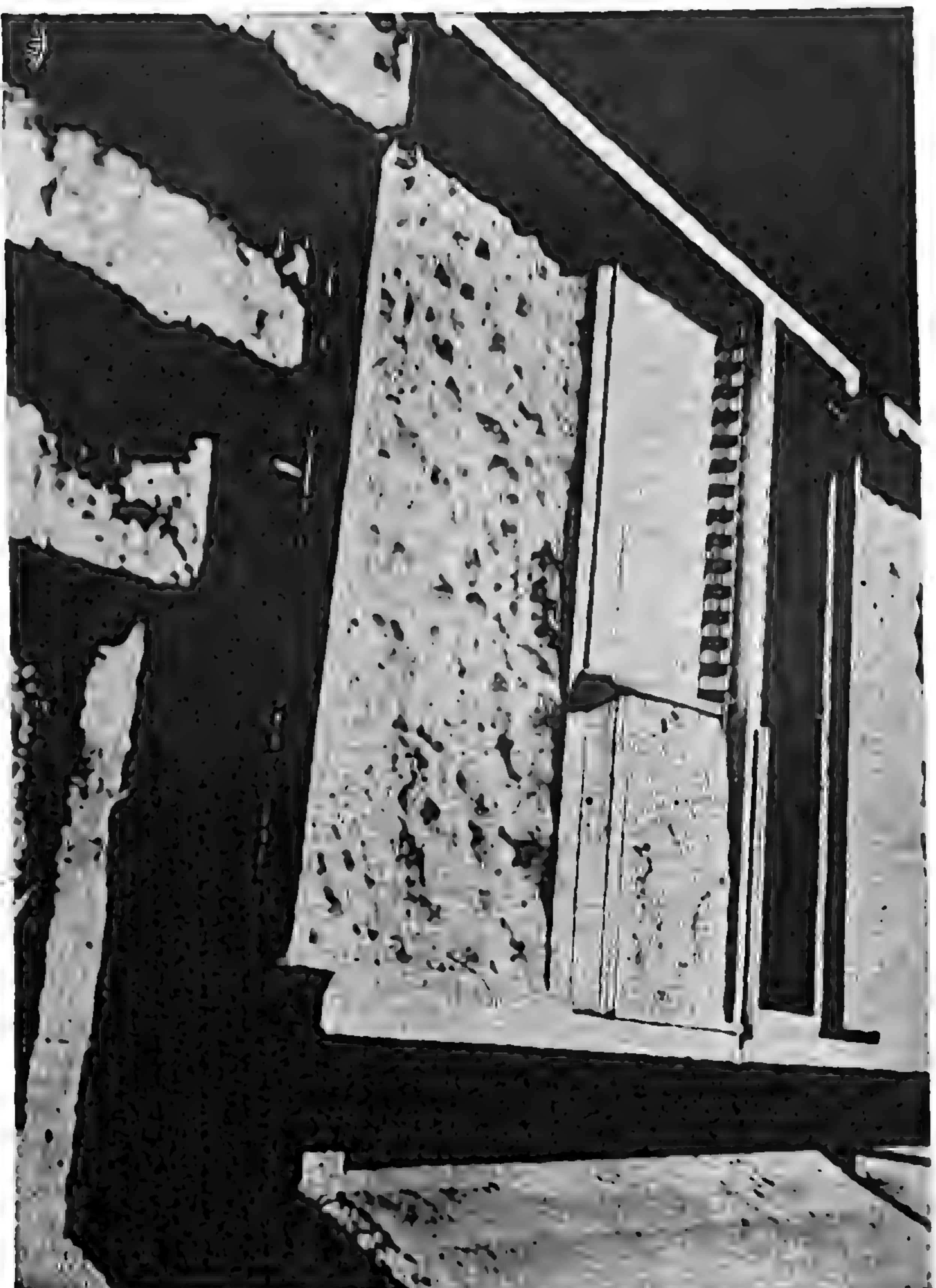
والمجال متسع دائماً لتعاوننا جميعاً فى زيادة هذا التحسين والعمل على
استكمال هذا النظام فى مختلف نواحيه وهذا ما عملنا ونعمل له بكل قوتنا
وفقنا الله جميعاً الى ما فيه خير هذا البلد .



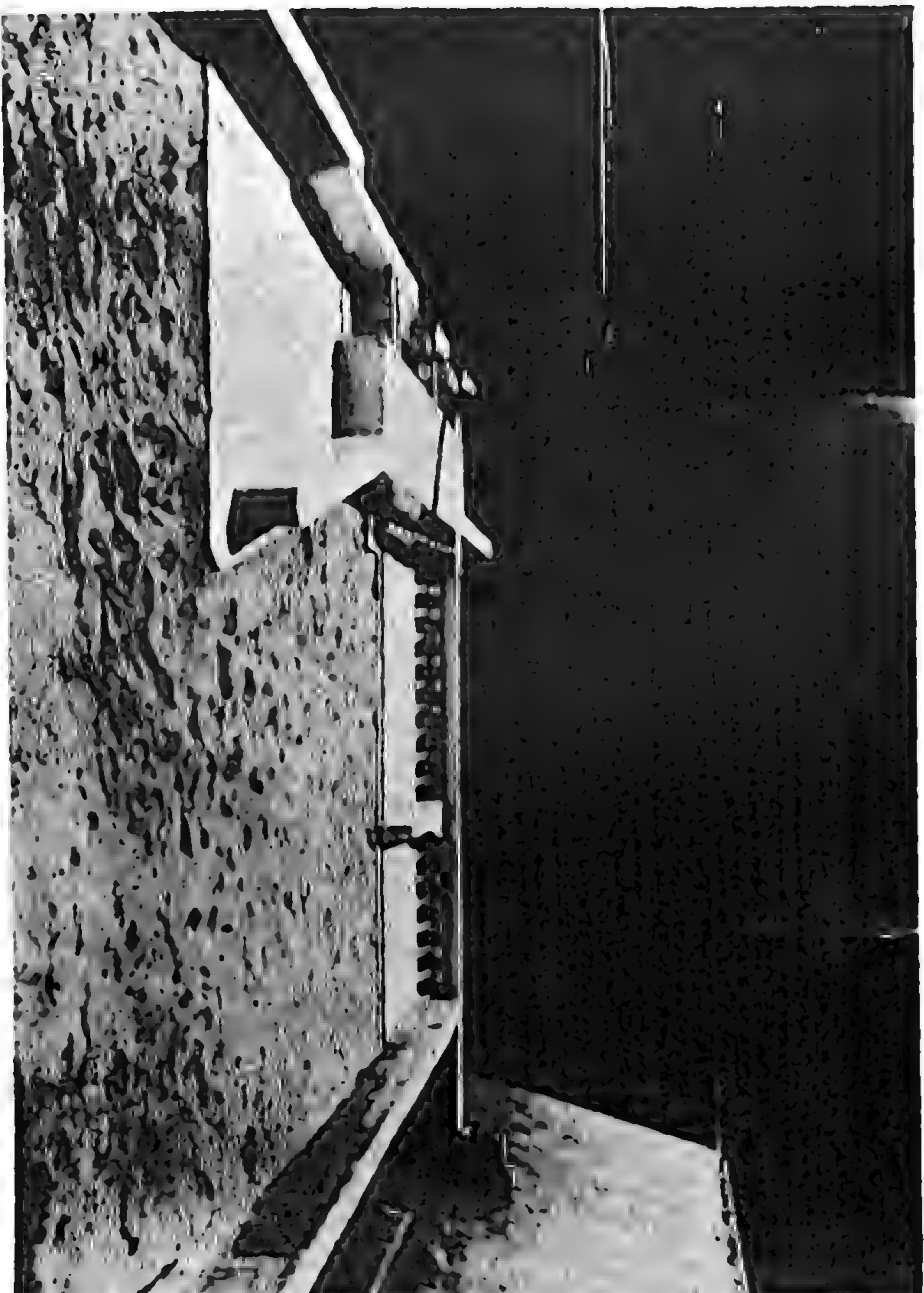
نودج الحزان سنار



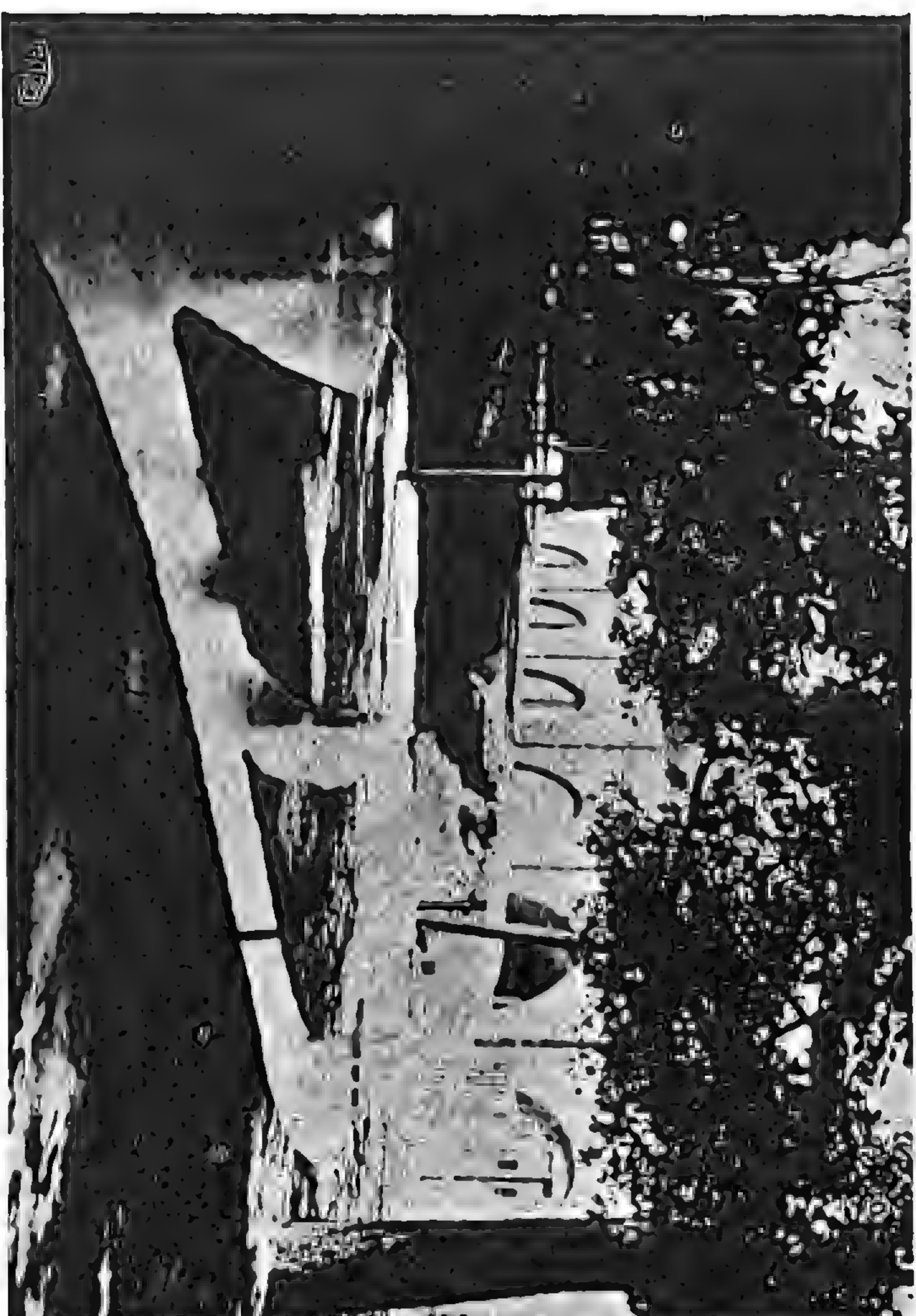
نمودج لقطر نجع حمادی



تخذ جرجه مر . خزان جبل الأوليا مع الجرجه المسط

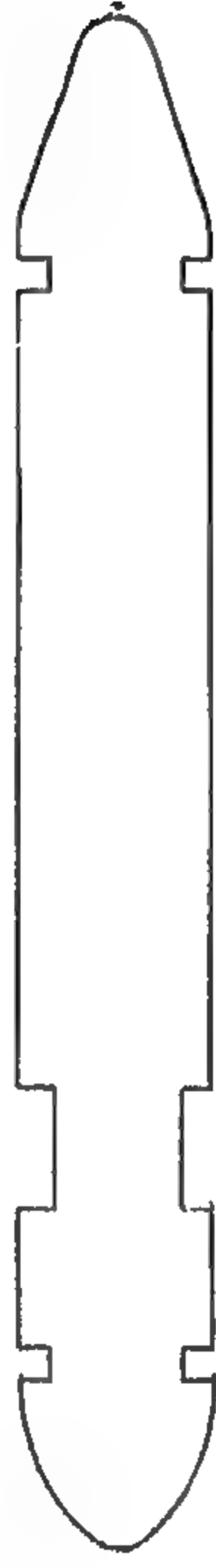
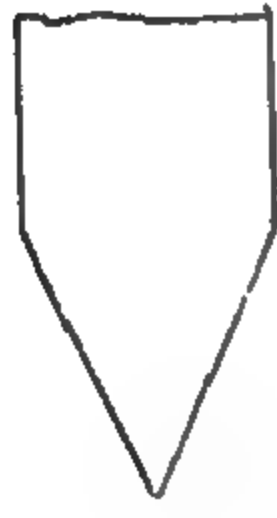
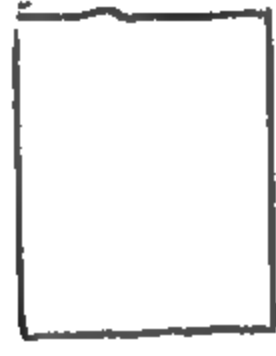
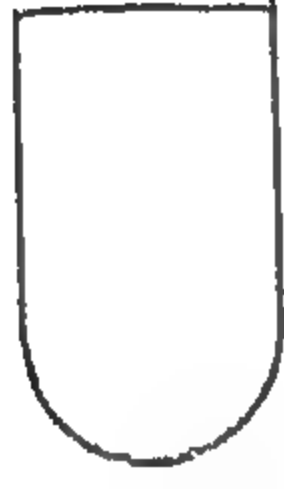


مرفج جزه من خزان جبل الاوليا مع المريس



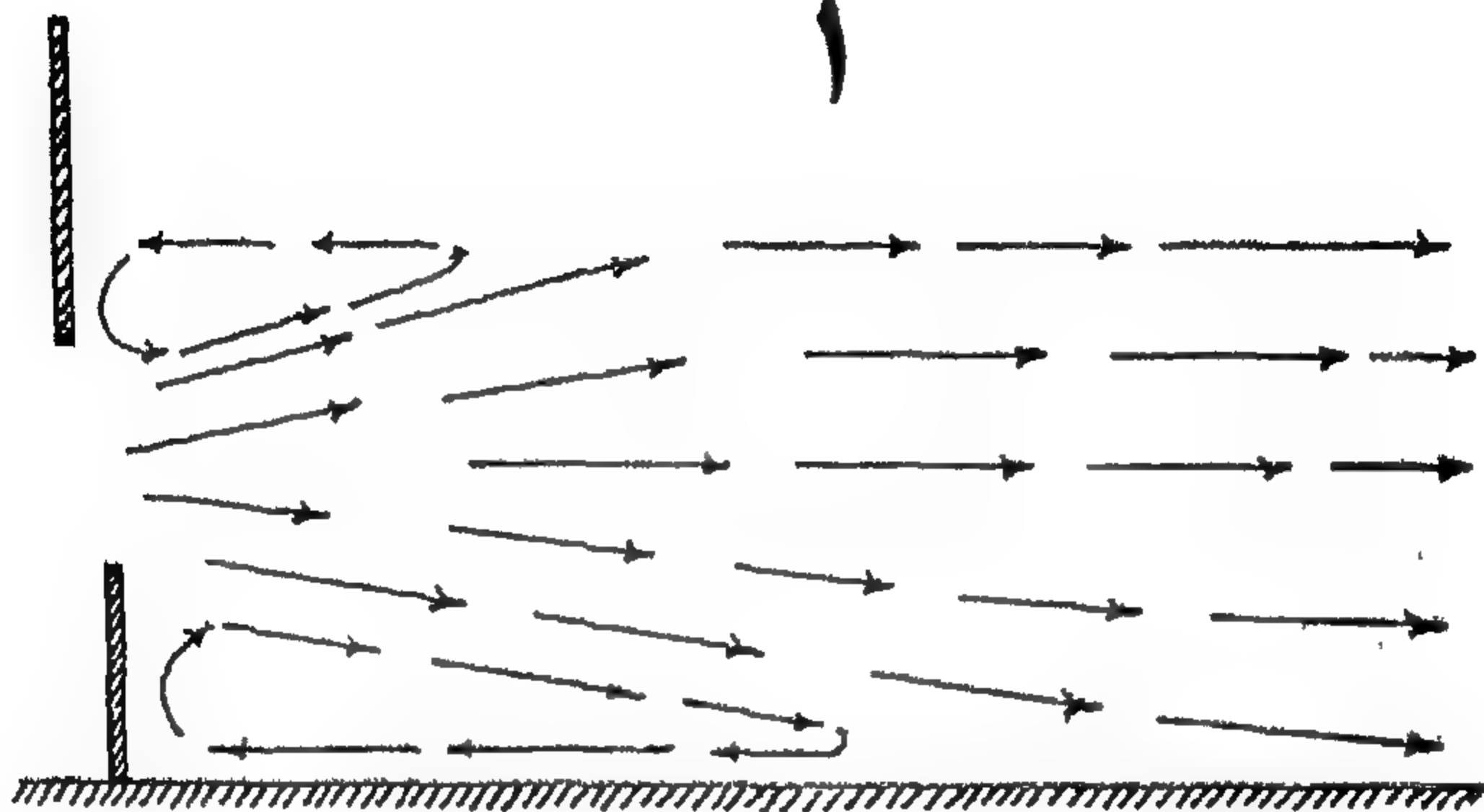
نموذج لأحسن مدخل لترعتي الطارف والفاروقية

اشكال البنغال

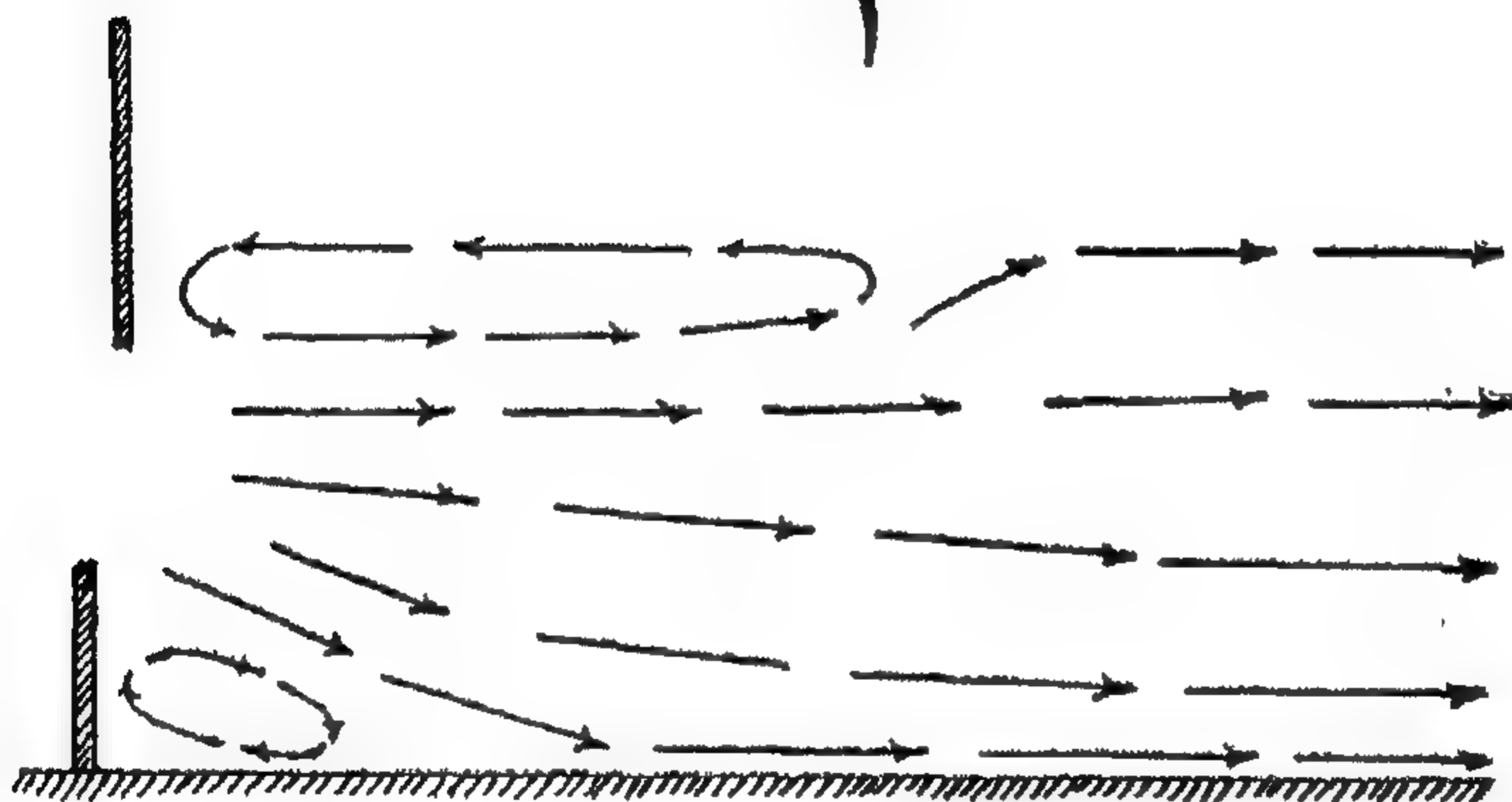


مرور المياه بين البوابات

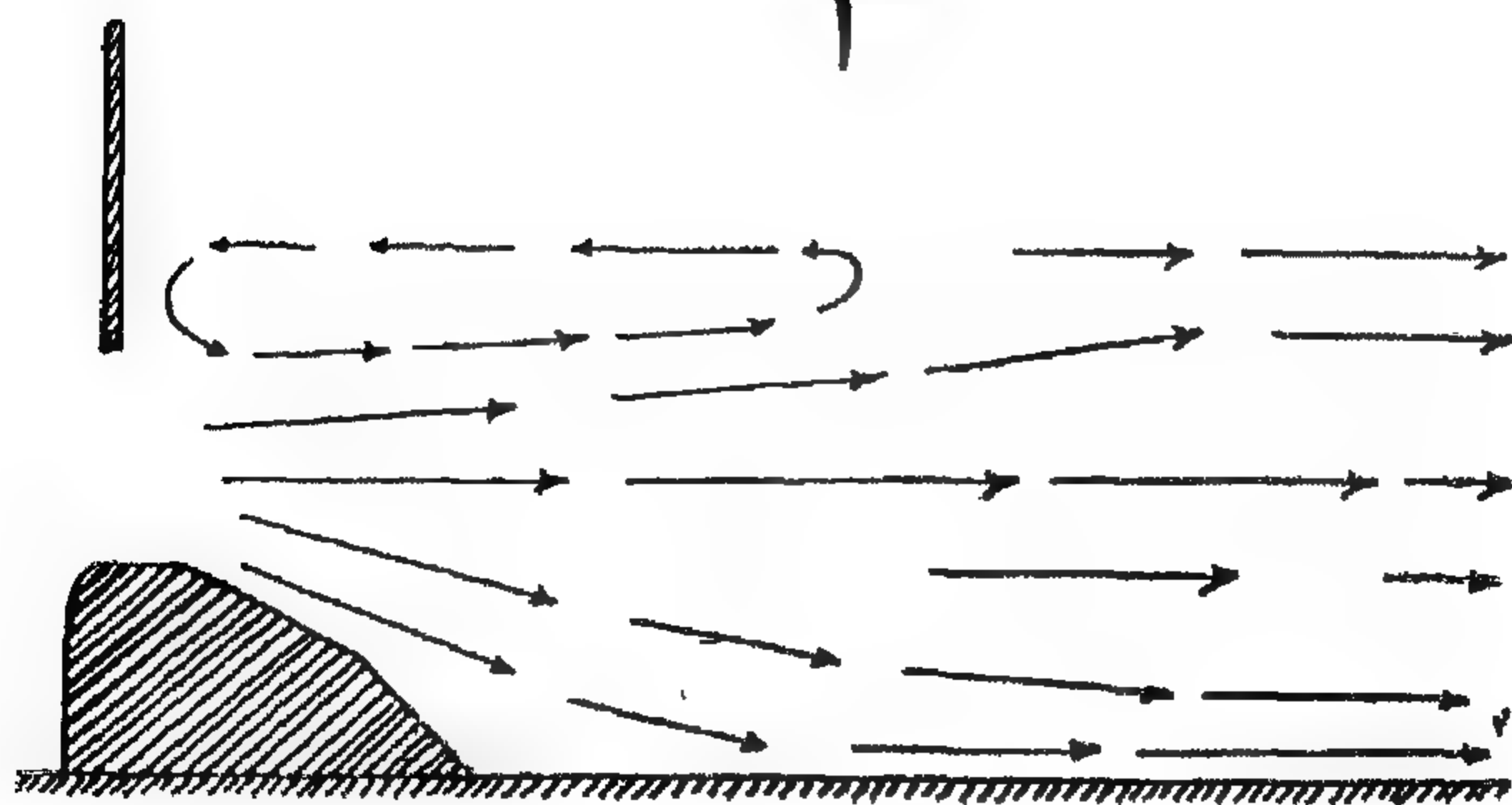
١



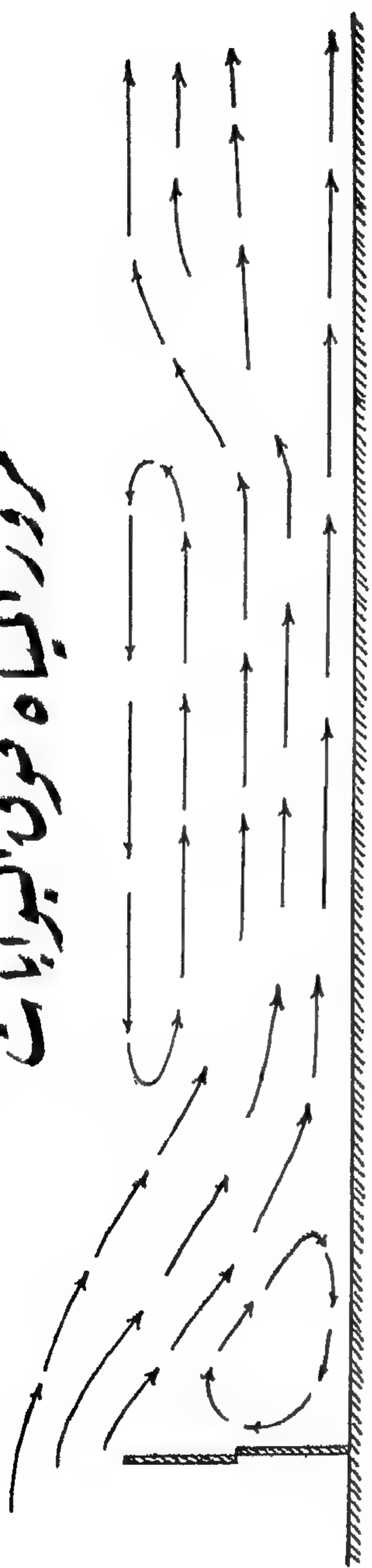
٢



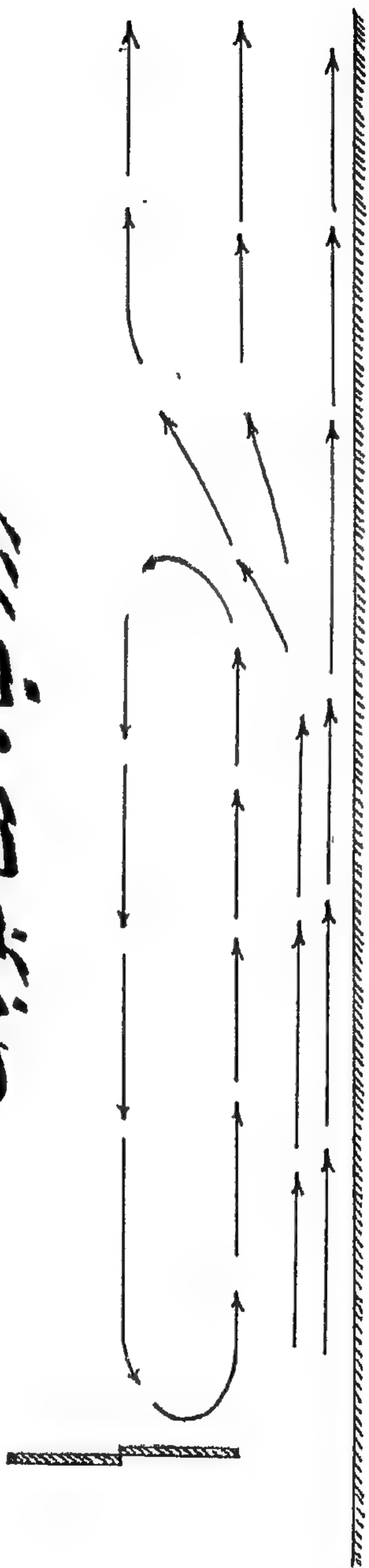
٣



مرور المياه فوق البوابات



مرور المياه تحت البوابات



العلاقة بين مقدار الصرف ومناخد الخلف عند ما يظن منسوب الامام ثانيا

لما سمروا قضاها واستمرات

(مستفقه من بخار آب عملت على الخروج)

عمق المياه على العقب بالتر

٤٠
٣٠
٢٠
١٠
٠

معدل الانساق

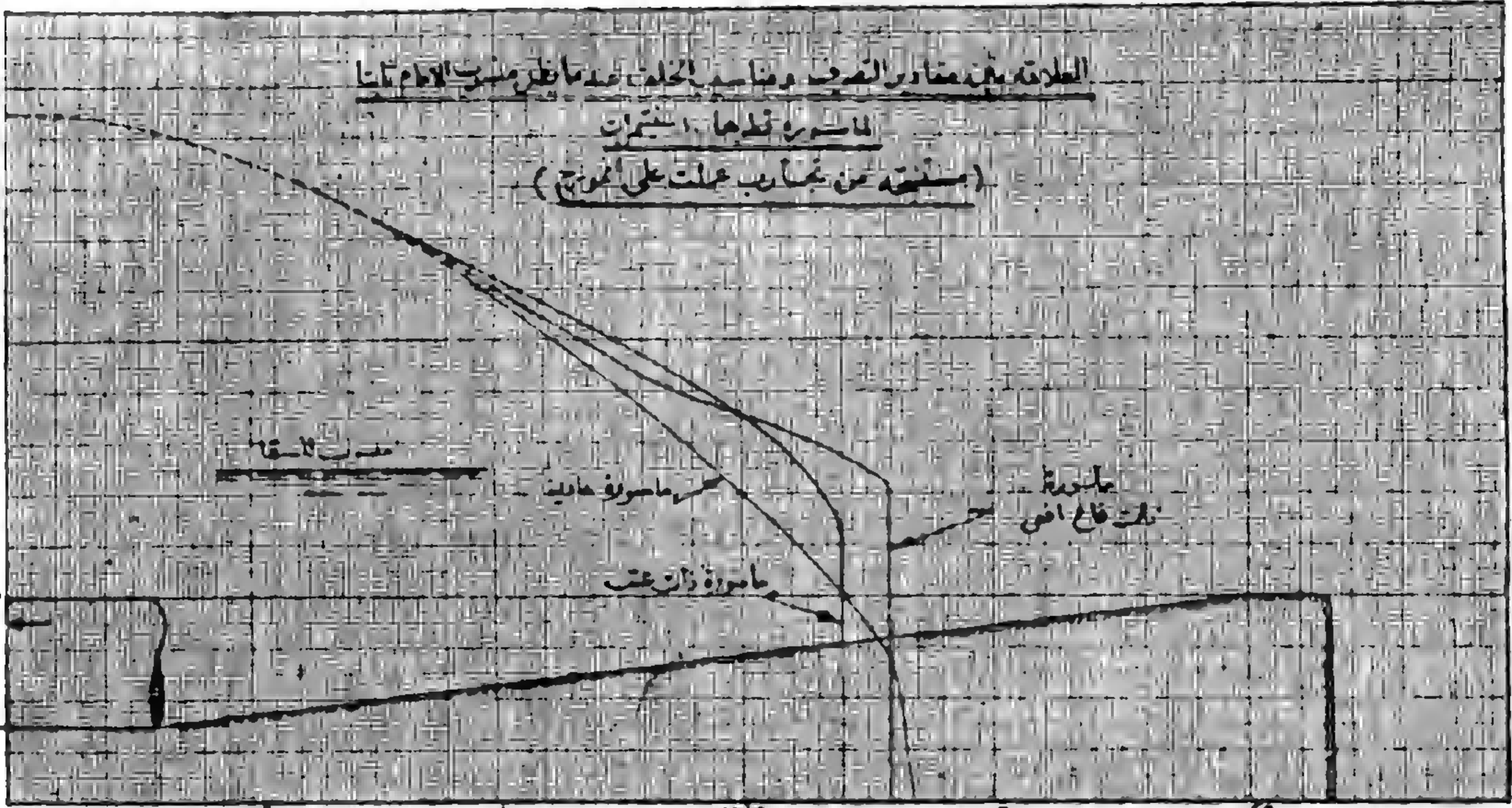
مأمورة خاديت

مأمورة
مأمورة خاديت

مأمورة ذات عت

مقدار الصرف
التر الكعب في الثانية

٠.٠٠٥ ٠.٠١ ٠.٠٢ ٠.٠٣ ٠.٠٤





الجمعية الملكية المصرية

النشرة السابعة من السنة الرابعة عشرة

١٢٠

محاضرة

عن الطرق الحديثة

لاختبار تربة الأساسات

ألقاها

الأستاذ ولیم سلیم منا

دكتور في الفلسفة — عضو بجمعية المهندسين الانشائيين

عضو منتسب بالجمعية

أقيمت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٢٣ مارس سنة ١٩٣٤

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الاكبر بمصر

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب
أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود (شينى) ويرسل
برسمها .

الطرق الحديثة

لاختبار تربة الأساسات ولتقدير هبوط المنشآت

مقدمة

(١) ان اختبار تربة ما لمعرفة صلاحيتها للمنشآت التي تقام عليها من أهم المسائل التي تواجه المهندسين المشتغلين بالمنشآت على اختلاف أنواعها وفي محاضرة هذا المساء سوف أحاول أن أوضح الاتجاه الجديد الذي سار فيه هذا الفرع من الهندسة والذي يرمى إلى وضع بحث أساسيات المنشآت على أسس عامة عملية على مثال سائر فروع الهندسة وأرى لزوماً علىّ في مبدأ الأمر أن أؤكد أن هذا البحث ليس بواحد من تلك الأبحاث النظرية التي لا تمت للمسائل الهندسية بعلاقة ما بل هو قائم على تجارب عملية على المنشآت وقياس هبوطها الفعلي مما لا يترك مجالاً للشك بأنها ترمى إلى خدمة الهندسة العملية وسترون في ما يلي أن هذه الأبحاث قد اعترفت بأهميتها الهيئات الهندسية في عدد كبير من البلاد.

لهذا وما لهذا الموضوع من الأهمية بمصر لطبيعة تربتها الخاصة رأيت إدارة مدرسة الهندسة الملكية أن تساهم في هذا الموضوع فأنشأت مهجلاً خاصاً بأبحاث الخرسانة وتربة الأساسات وهناك لجنة مؤلفة من الدكتور أندريا والاستاذ محمد عرفان بك والأساتذة جبرئيل وحسين حفنى

وعزير كمال والمحاضر القائم بالعمل فيه تشرف على هذا العمل وقد انضم إلى معمل أبحاث التربة المسيو تشينوتاريف وهو أحد الذين اشتغلوا في هذا الموضوع في بحث هبوط مبنى المحكمة المختلطة وأنا مدين له بأعداد كثير من الرسومات التي ستعرض عليكم في هذه المحاضرة كما أنا مدين لتقرير جمعية المهندسين الأمريكية الذي نشر سنة ١٩٣٣ من اللجنة المؤلفة لبحث موضوع الأساسات وضغط الأتربة .

وسأقسم المحاضرة كما يأتي :

(أولاً) نبذة مختصرة عن تاريخ نشأة هذه الأبحاث الجديدة .

(ثانياً) الخواص الطبيعية والميكانيكية للتربة التي يعتمد عليها في هذه الأبحاث وأهم التجارب والأجهزة

(ثالثاً) النظريات الحسائية التي يعتمد عليها لمعرفة طرق انتقال الضغط من نقطة أو سطح داخل التربة إلى أى نقطة أخرى تحت هذا هذا السطح وبالتالي حساب هبوط التربة تحت ضغط معين من منشأ مقام عليها .

(رابعاً) كيفية استخراج عينات من التربة في حالتها الطبيعية لحساب خواصها الميكانيكية وكيفية مراقبة هبوط المنشآت .

(خامساً) تطبيق ما تقدم على بعض المنشآت الكبيرة في أمريكا وأوروبا ومقارنة الهبوط النظرى والفعلى .

(سادساً) بيان لأخطاء طرق اختبار التربة المعروفة وأهمية هذا البحث بالنسبة لتربة القطر المصرى وضرورة تعاون المصالح الهندسية

مع هذا العمل الجديد لالقاء ضوء جديد على المسائل المجهولة في موضوع التربة .

النقطة الأولى - تاريخ نشأة هذا البحث

(٢) ان طرق اختبار التربة المعروفة الآن متأخرة عن سائر فروع الهندسة بما لا يقل عن ٥٠ سنة وفي ذلك يقول الأستاذ ترزاكي في كتابه (ميكانيكة تربة الأساسات) انه بينما لا يمكن التصور أن تصمم المنشآت في الوقت الحاضر بدون قيام علمي اختبار المواد من ناحية وحساب مقاومة المنشآت من ناحية أخرى فمن المتناقضات الغريبة ألا يقوم إلى جانب علم الأساسات ما يساعد على إعطاء المهندس فكرة ثابتة عن الأساس الذي يستعمله كالفكرة في ذهن مهندس الكبارى أو القناطر عن مقاومة الصلب والطوب من ناحية وأقصى الاجتهادات على الكمرة الرئيسية أو على قطاع في إحدى أكتاف القنطرة من الناحية الأخرى - هذا ويلاحظ أنه لا توجد أى وسيلة لمقارنة تربة بأخرى مقارنة عددية كمقارنة عينتين من الطوب أو الدبش ولا بين تربة طينية في بلاد ما بترية طينية في بلاد أخرى .

ولا ريب أن لهذا النقص أسباب معقولة فان الاختلاف الكبير بين أنواع التربة واختلاف خواص التربة الواحدة وصعوبة تقدير ما يحدث في هذه التربة تحت تأثير الضغط الواقع عليها ولأن توزيع الضغط داخل التربة يتم في ثلاث اتجاهات متعامدة كل هذه الأسباب دعت إلى

الاكتفاء بطرق الاختبار الحالية واستعمال معاملات أمن غير منطقية تصيب أحياناً وتخطيء أخرى ويضاف إلى ذلك خوف المهندس والمقاول أن يقترن منشأ قاما بتصميمه وإقامته بكلمة « هبوط » مع أن كل منشأ لا بد أن « يريح » قليلاً أو كثيراً وعلى ذلك تضيع ثمرة الخبرة الماضية بعدم رصد هبوط المنشآت الكبيرة التي كانت موفقة التصميم .

كل هذا دعا جمعية المهندسين المدنية في أمريكا وفي السويد بدون ارتباط سابق بينهما إلى البدء بدراسة هذا الموضوع حوالى سنة ١٩١٧ ولكن نجاح هذه الدراسة وإن كان محدوداً إلا أنه زاد عزيمة هذه الهيئات في بحث الموضوع وفي حوالى هذا التاريخ قام الأستاذ ترزاكى بمفرده بأبحاث نظرية وعملية وعملية مطولة ثم نشر مؤلفه العظيم ميكانيكة أساسات المنشآت في سنة ١٩٢٥ وهو أعظم مؤلف نشر الآن في هذا الموضوع ويعتبر هذا الأستاذ بحق منشىء هذا العلم الجديد وقد صادف هذا البحث معارضة شديدة في مبدأ الأمر وإنما يكفي أن أذكر أن هذه الأبحاث تقوم اليوم بأعبائها الحكومات المختلفة في النمسا وألمانيا والسويد والجمعيات الهندسية في سويسرة والولايات المتحدة بل إن من الشركات الخاصة بالأساسات من أقام معامل خاصة بها للانتفاع بها في أعمالها الخاصة كما فعلت شركة روديو بيميلانو .

ويمكن تلخيص هذا الاتجاه الجديد بأنه يتبع نفس الطريقة التي تتبعها العلوم الهندسية من قبل فيبدأ بتحديد خواص التربة الميكانيكية والطبيعية كما حدث من تحديد خواص المواد الهندسية كالصلب والحديد

والخرسان في المنشآت ثم يتناول دراسة توزيع الاجهادات داخل التربة وأثر الاجهاد كما حدث من اتساع علم حساب المنشآت لكل التطور السريع في أنواع المنشآت الخرسانية والمعدنية ثم انتهى بعمل مقارنات مطولة لايجاد معاملات عملية يمكن استعمالها مع المعادلات النظرية على مثال ما يعمل في المنشآت من استعمال معادلات تجريبية ذات أسس نظرية تقرب وجهتي النظر العملية والنظرية .

النقطة الثانية — أهم الخواص الميكانيكية والطبيعية للتربة

(٣) أهم خواص التربة الطبيعية التي لها علاقة بهبوط المنشآت المقامة عليها هي : —

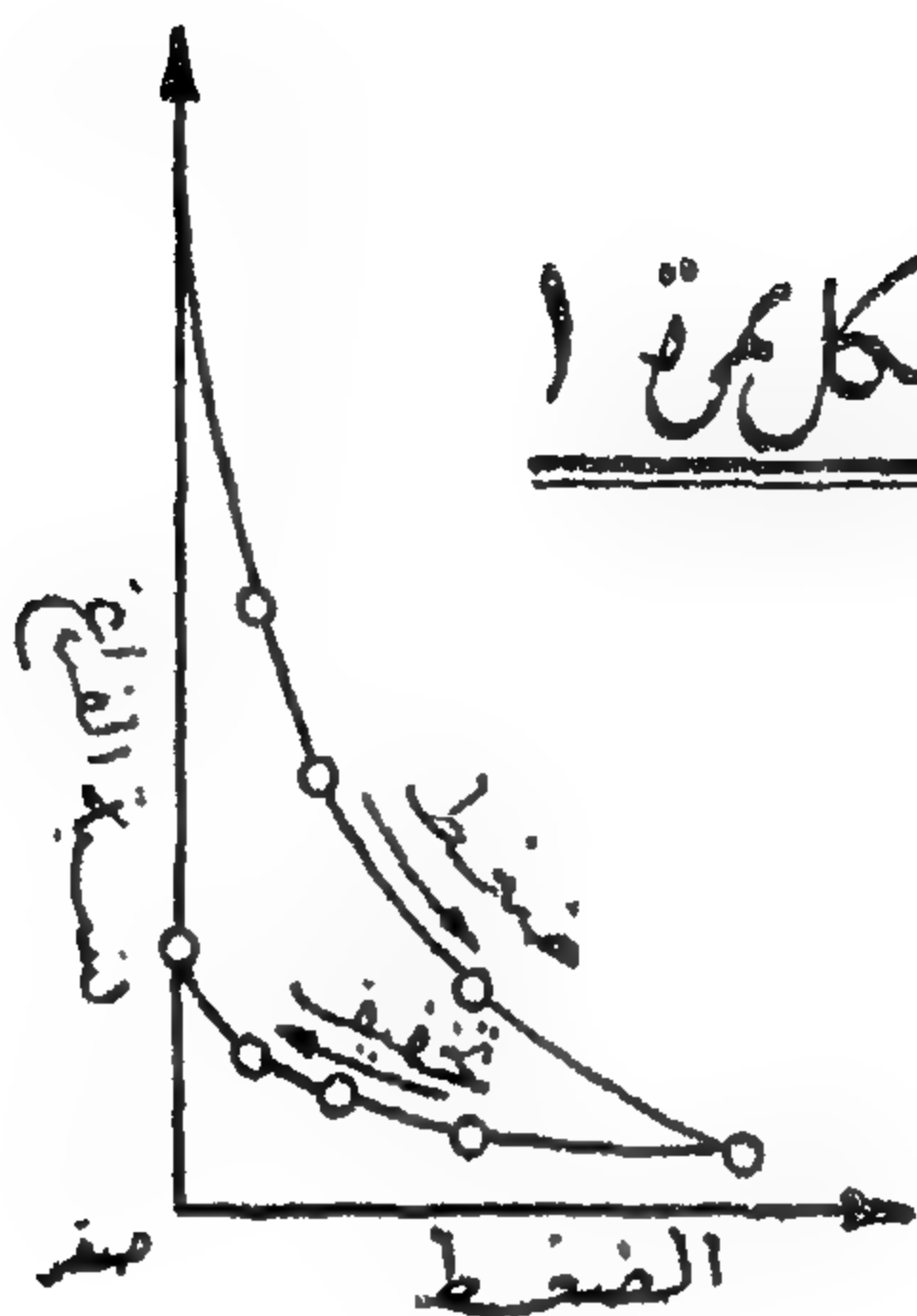
(١) قابلية التربة للانضغاط (ب) الاحتكاك والتماسك (ح) قابلية التربة للتشبع بالمياه وخروج المياه من مسامها (د) حدود البلولة (هـ) حجم الحبيبات .

(١) يمكن دراسة قابلية التربة للانضغاط بقياس ما يطرأ على حجم جسم معين منها من التغيير نتيجة وضع ضغط معين عليها فإذا ضغطت تربة مكونة من ذرات كبيرة منفصلة كالترربة الرملية فيلاحظ أنها سواء كانت مشبعة بالمياه أو غير مشبعة فإن انضغاط التربة يتم بسرعة لأن المياه أو الهواء الموجود بين الحبيبات يستطيع أن يخرج سريعاً ويتم انضغاط التربة حالا أما في التربة الطينية فإن الأمر على عكس ذلك فإن ضغط التربة الطينية المشبعة بالمياه يقاوم في مبدأ الأمر بواسطة المياه الموجودة

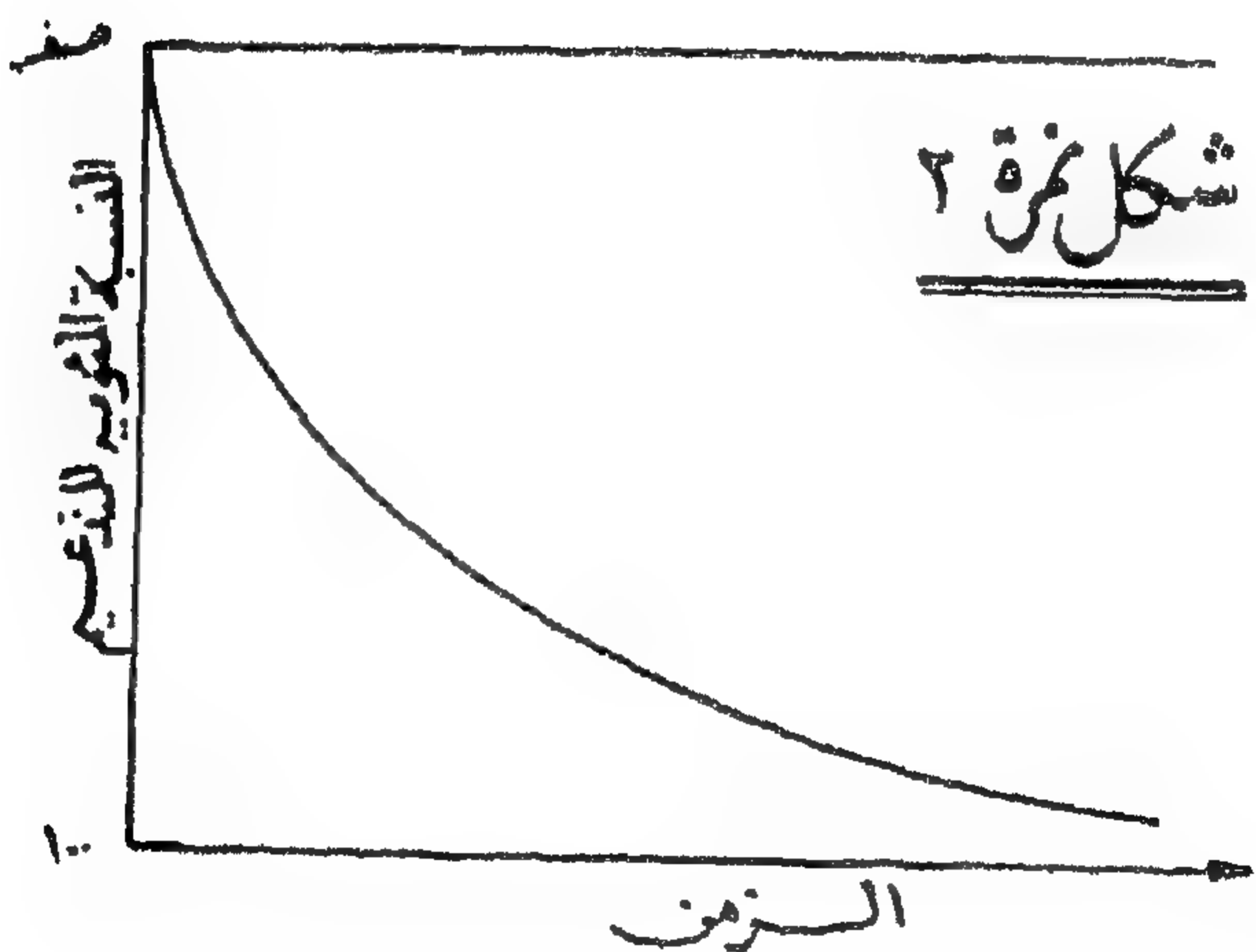
داخل الحبيبات الرفيعة جداً ثم تأخذ المياه في الانضغاط والخروج تدريجياً من المسام الرفيعة وقد يقتضى انضغاط التربة تماماً عدة سنوات وتحدد العلاقة ما بين مقدار الضغط على تربة طينية ونسبة الفراغ الموجود بين الذرات بواسطة منحن يبين انضغاط التربة ومعامل الانضغاط هو العدد الذى إذا ضرب فى شدة الضغط أعطى قيمة نسبة الفراغ فإذا رمزنا له بالحرف e وكانت نسبة الفراغ المئوية المقابلة لهذه المعامل هي n فإن $e = \frac{n}{1-n}$ ويسمى انضغاط التربة المكونة من ذرات رفيعة مشبعة بالمياه بتدعيم التربة Consolidation ويمكن توضيح تدعيم تربة ما بواسطة منحن إحداثياته الرأسية نسبة الفراغ n وإحداثياته الأفقية مقدار الضغط (شكل ١) وفى نفس الوقت يمكن رسم بياني خاص لكل ضغط على حدة يبين العلاقة ما بين الزمن ومقدار الانضغاط فإذا عرضت عينة مثلاً من التربة الطينية لضغط ثلاث كيلو جرامات على السنتيمتر المربع فانضغطت أربع مليمترات فى مدة ثلاث أيام ولم تنضغط بعد ذلك فيرسم منحنى يبين مقدار الانضغاط بعد كل زمن معين من وضع الضغط بأن تكون مثلاً نصف مليمتر بعد ساعة ثم نصف مليمتر آخر بعد ساعة ونصف ثم نصف مليمتر آخر بعد أربع ساعات وهكذا لما لذلك من الأهمية لمعرفة سرعة هبوط المنشأ المقام على تربة من هذا النوع (شكل ٢) ومعامل التدعيم هو المعامل الذى يحدد نسبة التدعيم تحت حمل معين لنسبة التدعيم الكلى للتربة الذى ليس بعده تدعيم آخر وسنرمز له بالحرف c .

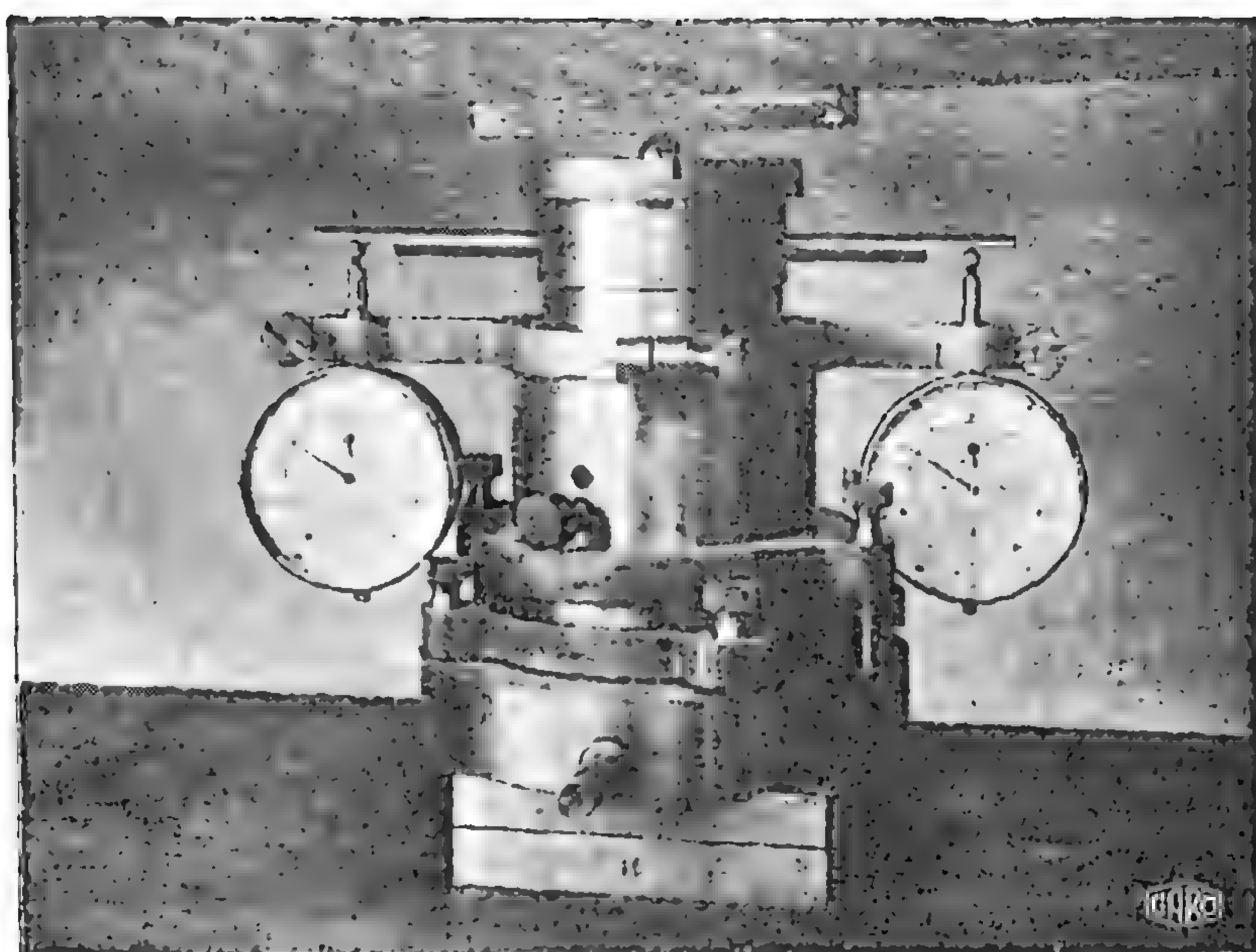
وأهم الأجهزة الجهاز الذى استنبطه ترزاكى وهو مكون من اسطوانة

شكل نمرة ١



شكل نمرة ٢





شکل ۱۳



شکل ۳ ب

داخلها مكبس (شكل ٣ ٦ ١ ب) وتوضع العينة بين اسطوانتين رقيقتين من حجر خاص تمر في مسامة المياه ويقاس انضغاط التربة بواسطة مقياس زيس يقرأ إلى $\frac{1}{10}$ من المليمتر ولما كانت عينة التربة في هذا الجهاز ذات قطاع بمساحة الاسطوانة فان جوانبها تساعد على تصغير قيمة انضغاط التربة عنه في حالتها الطبيعية فهناك جهاز آخر لقياس انضغاط التربة بدون أن تلمس العينة جوانب الاسطوانة (شكل ٤)

(٤) - (ب) تتوقف مقاومة التربة للقص على أمرين أحدهما التماسك الحقيقي بين الذرات عند أسطح تقابلها كما في الأجسام الصلبة والثاني التماسك الظاهري أو المؤقت الناشئ من الشد السطحي الناتج من وجود مياه في الفراغ بين حبيبات التربة مثال ذلك أنه إذا بللت كمية من الرمل استطاعت الاحتفاظ بتماسكها كجسم فاذا وضعت داخل وعاء به ماء انعدم الشد السطحي وانعدم التماسك واختبار التربة في القص جهازان أحدهما استنبطه كرى وهو ألماني والاخر كزاجراندى وهو أمريكى وفي هذا الجهاز يمكن فصل مقاومة التربة للقص الناتجة من احتكاك الذرات عن المقاومة المسببة من التماسك وفي هذا الجهاز توضع ست عينات من التربة بطريقة خاص في ست جهازات وتعرض لاجهادات قص مباشرة بحيث متى قرىء أثر الاجهاد على مقاييس خاصة أمكن معرفة مقاومة التماسك ومقاومة احتكاك الذرات (أنظر شكل ٥) .

(ح) قابلية التربة لمرور المياه أمر مشاهد في الطبيعة كما أن هناك تربة لا تستطيع أن تمر المياه بين ذراتها فاذا وضعت عينة من التربة في

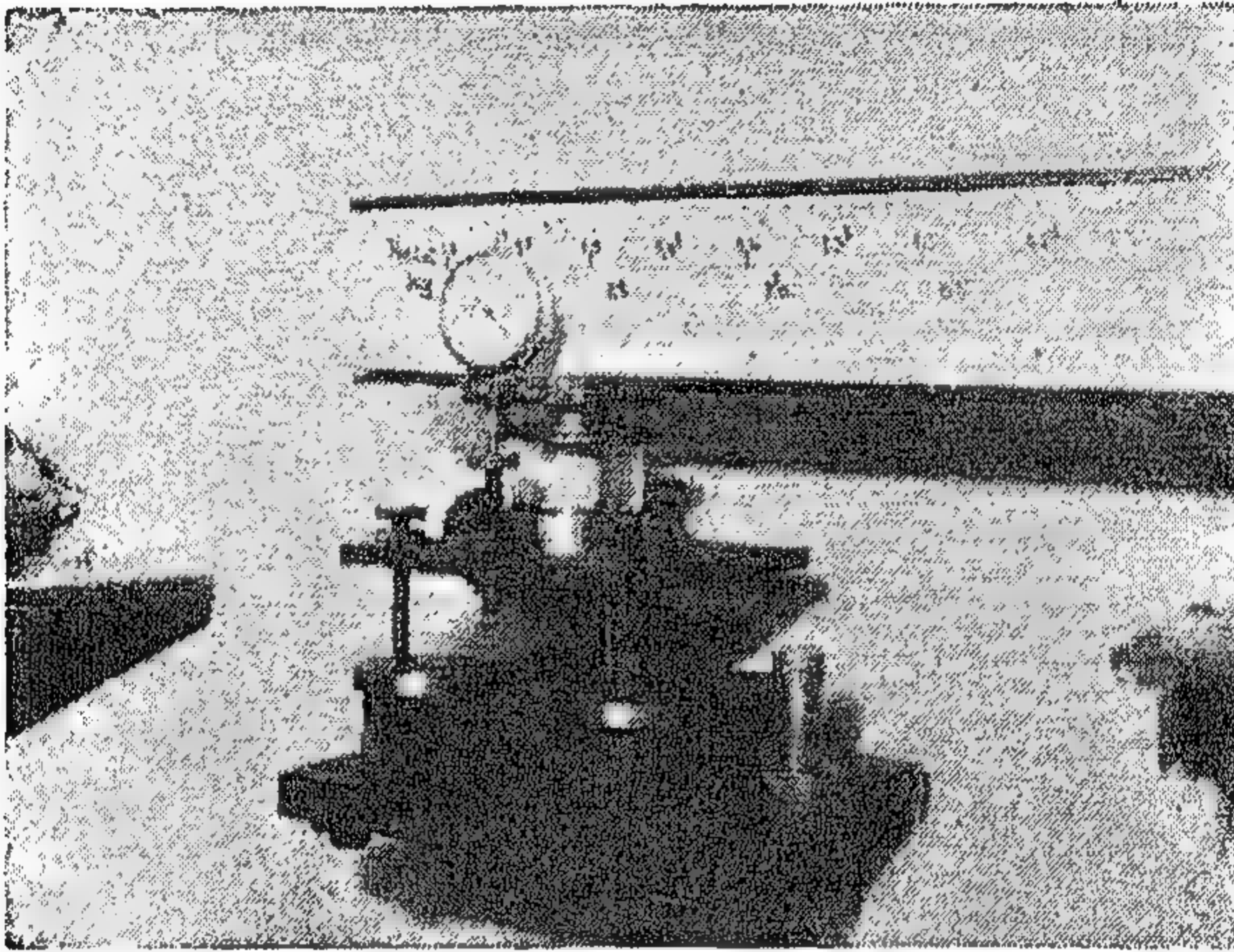
اسطوانة خاصة وعرضت لضغط مائي معين لمدة من الزمن وكان التصرف معلوماً فإن معامل التصرف « K » يمكن استنتاجه مباشرة من المعادلة المعروفة .

$$Q = k \cdot i \cdot A \cdot t$$

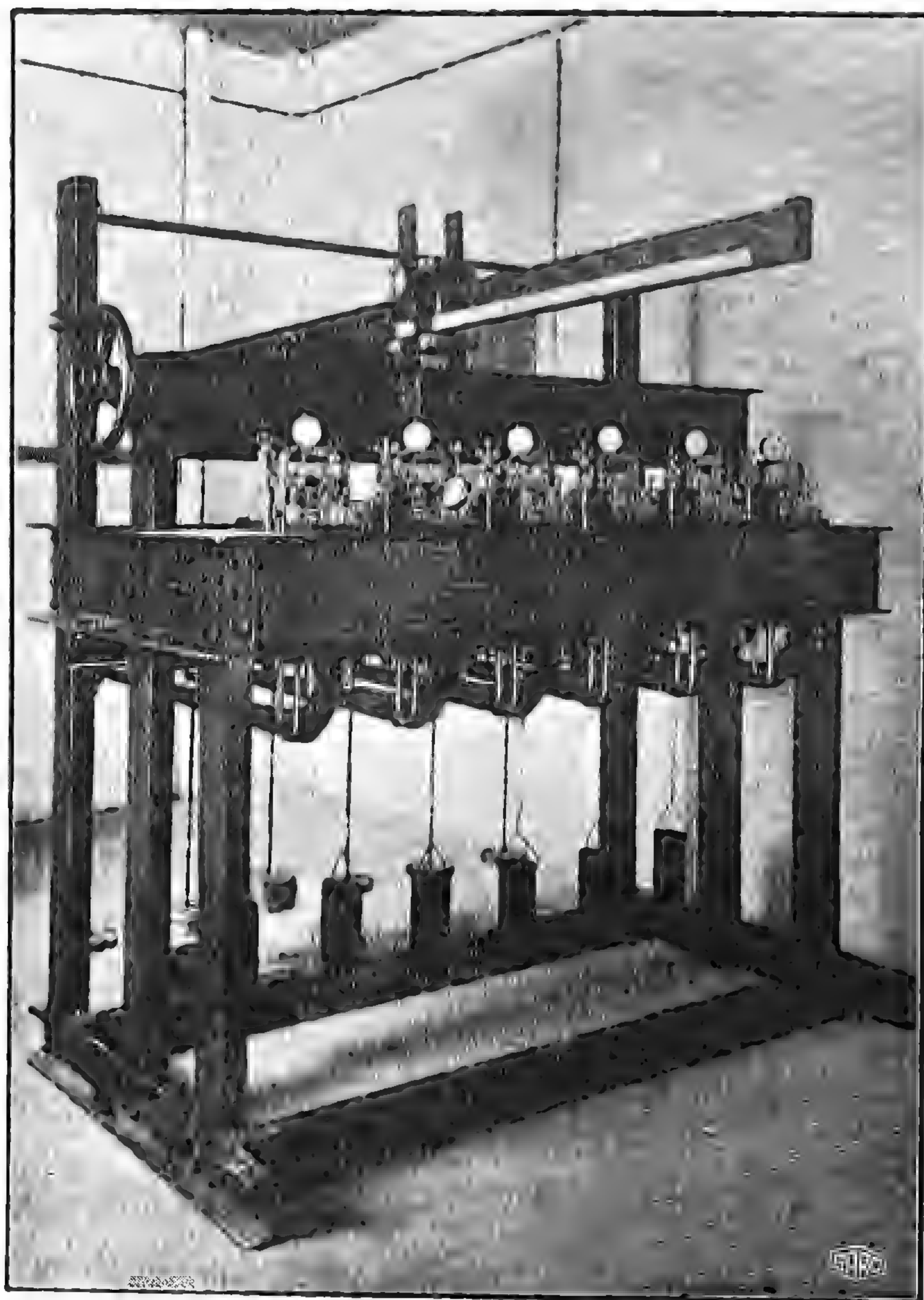
حيث Q = التصرف = i 6 الميل الايدروليكي 6 A = قطاع الاسطوانة 6 t = الزمن

(5) حدود البلولة

يمكن فهم معنى هذه الخاصية من الحقيقة الآتية — لو كانت نسبة الماء في عينة من التربة الطينية كبيرة فإن التربة تكون أشبه بسائل مائع لا يحتفظ بشكاه فاذا أنقصت نسبة الماء تدريجياً فتصل التربة الى حالة plastic تحتفظ فيها بشكاهها ولا يمكنها لا تستطيع مقاومة تغييره لو ضغط عليها قليلاً فاذا استمر نقص نسبة الماء تنكمش التربة وتصبح جسماً قريباً من الجسم الصلب ويظهر بها تشقق كنتيجة للانكماش فاذا وضعت في فرن حتى تبخرت كل المياه الموجودة داخلها فانها تصبح جسماً فاتح اللون غير قابل لأي انكماش جديد وتسمى نهاية المرحلة الأولى وبدىء المرحلة الثانية حد السيولة ونهاية المرحلة الثانية وبدىء المرحلة الثالثة حد الليونة ونهاية المرحلة الثالثة وبدىء المرحلة الأخيرة حد الانكماش ومعرفة خواص التربة من حيث تغيير صفاتها الطبيعية بحسب نسبة المياه داخلها ذو أهمية في الحالات التي تتعرض التربة لارتفاع وانخفاض في مستوى مياه الرشع وهناك أجهزة خاصة لقياس هذه الحدود



شکل ٤



شکل ۵
جهاز کاذاجراندى للقص

(هـ) حجم الجيببات ذو أهمية كبرى فى خواص التربة فيمكن تقسيم التربة من هذه الناحية إلى : —

(أولاً) التربة الصخرية وهى فى مقاومتها أشبهه بحجم مرت ذو قطاع عظيم المساحة

(ثانياً) التربة الرملية المكونة من حبيبات مستديرة لا تقاوم الشد أو القص ونسبة الفراغ فيها لا تزيد عن ٥٠٪ ضعيفة التماسك سريعة القابلية للانضغاط وتصبح مدعمة بعض وضع الضغط عليها مباشرة تقريباً (ثالثاً) التربة التماسكة المكونة من ذرات رقيقة جداً كالطينية ذات مقاومة للقص والشد قابلة للتشبع بالمياه والاحتفاظ بها مدة طويلة بعد ضغطها وهى إما طبقات قددة قد تدعمت إلى حد كبير أو صغير كنتيجة للتغيرات الجيولوجية وارتفاع وانخفاض مستوى مياه الرشح لآلاف من السنين وإما طبقات حديثة التكوين قابلة لانضغاط كبير وهى فى بعض الأحيان قريبة من التربة الرملية

(٣) حساب انتقال الضغط داخل التربة

(٥) بالرغم من كثرة الأبحاث التى عملت فى هذا الموضوع فإن الأساس لذلك لا يزال معادلة استنبطها بوسنسك منذ ٥٠ سنة لاعطاء مقدار الضغط الرأسى والأفقى فى اتجاهين متعامدين عند أى نقطة تبعد مسافة « r » عن موضع ضغط قوة مركزة Q تبعد عن النقطة التى يحسب فيها الضغط بمقدار x و y أفقيًا و « z » رأسيًا كما ترى فى الشكل « ٦ » وهى

$$p_z = \frac{3}{2\pi} \frac{Q}{Z^2} \frac{1}{[1 + (\frac{r}{z})^2]^{2/5}}$$

$$p_x = \frac{3}{2\pi} \frac{Q}{Z^5} + x^2$$

$$p_y = \frac{3}{2\pi} \frac{Q}{Z^5} + y^2$$

ولما كان توزيع الاجهادات يتم في كل مستوى حول مركز القوة Q فان المحل الهندسى للاجهادات المتساوية لا بد أن يكون سطوح دوران ويمكن تطبيق هذه المعادلة على الأحمال المنتظمة وغير المنتظمة على اعتبار أنها مجموعة من أحمال مركزة متعددة

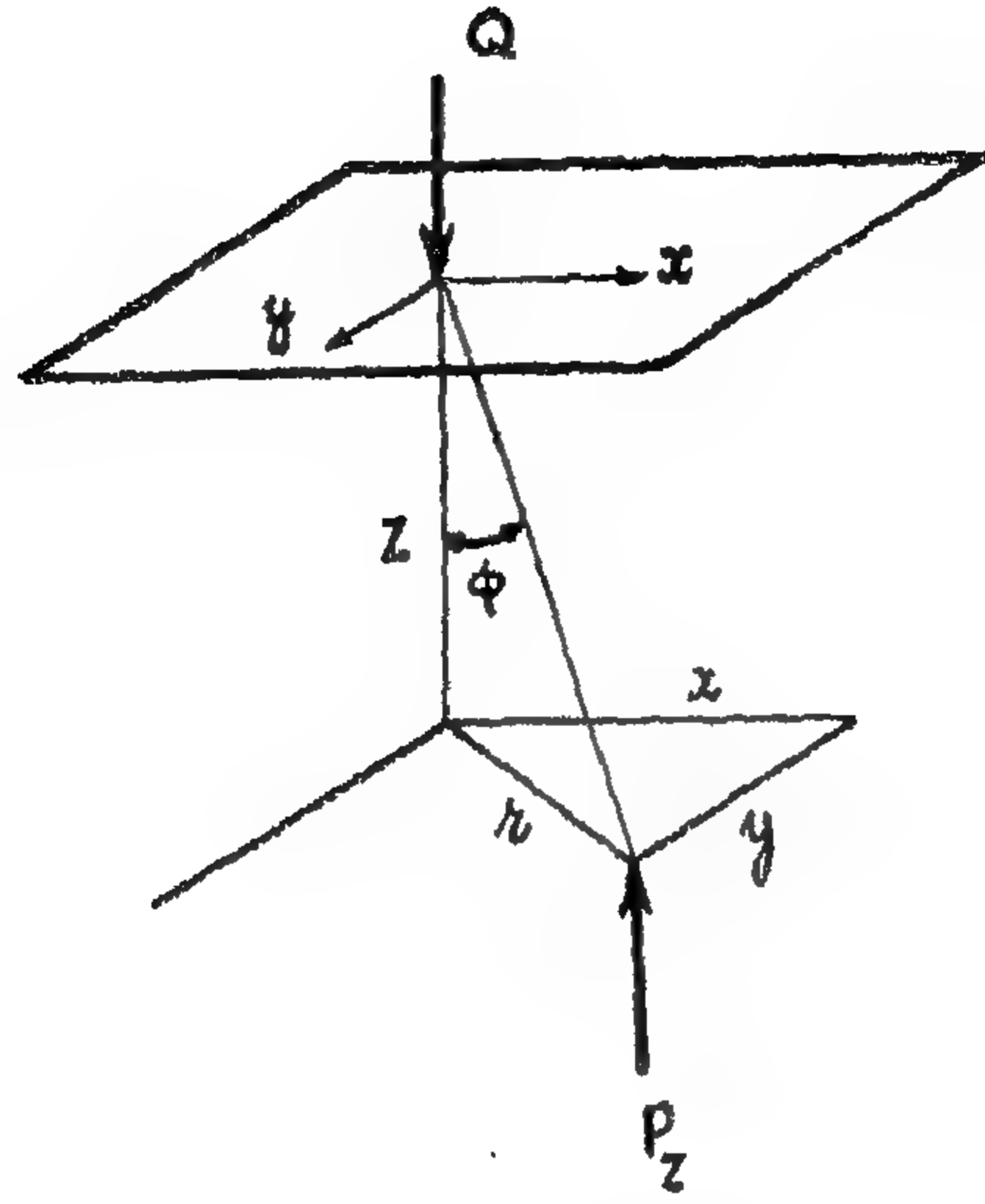
وإذا كان الحمل موزعاً بانتظام وقدره « p_0 » على الوحدة المربعة فيمكن البرهنة على أن الأجهادات الرأسية في نقطة ما يمكن حسابها من المعادلة التالية (أنظر شكل ٧) .

$$p_z = \frac{p_0}{2\pi} \left[\sin^{-1} \frac{2bz}{r_1 r_2} + \frac{2bz}{r_1^2 r_2^2} (z^2 - x^2 + b^2) \right]$$

غير أن استعمال هذه المعادلات كان موضع شك لأنها استنبطت لحالة جسم مرن متجانس ولأنه لم تعمل تجارب تحقق إمكان استعمال هذه المعادلة لذلك قام كثيرون بعمل أبحاث في أنواع مختلفة من التربة ولكنها أسفرت عن النتائج الآتية :

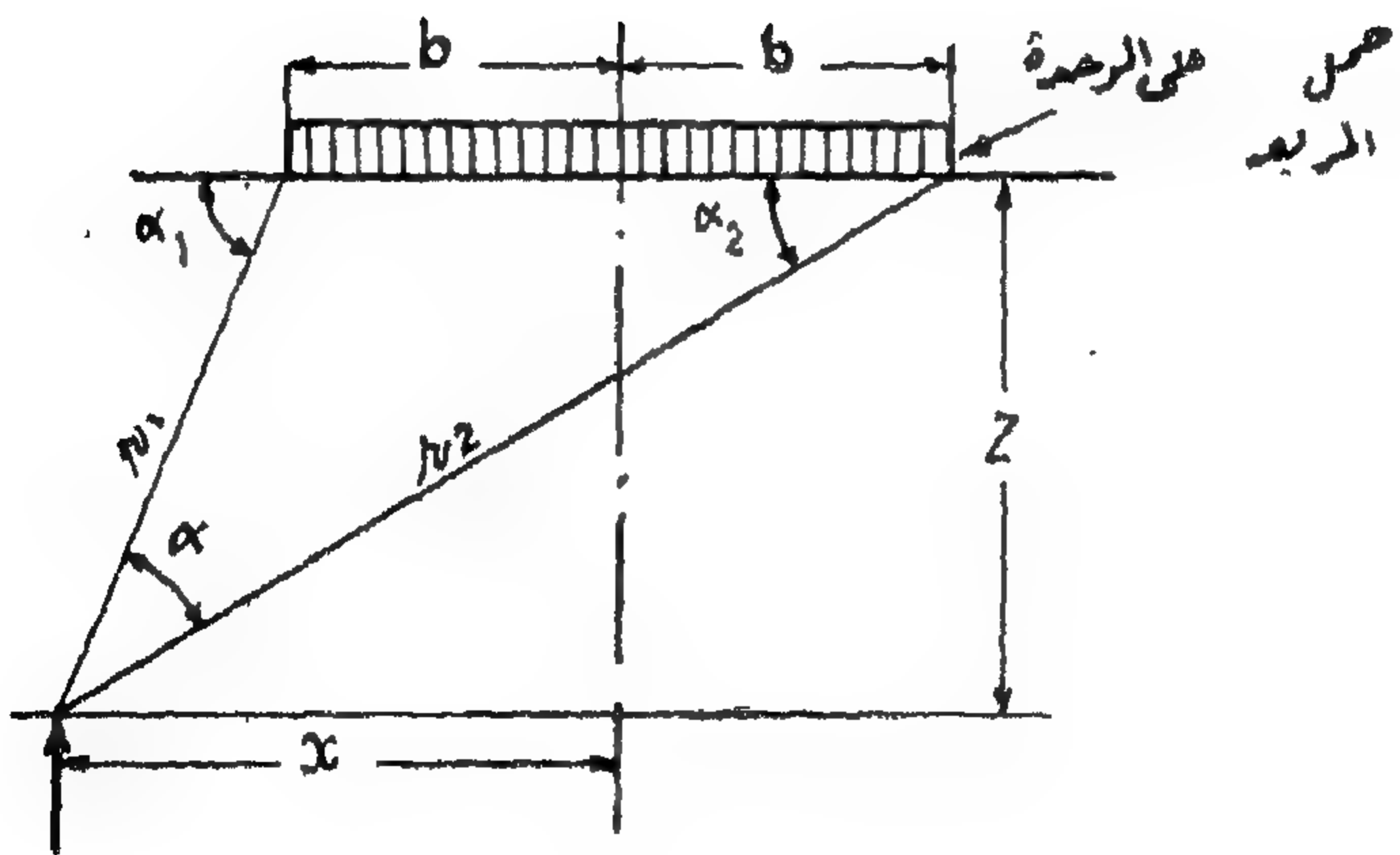
(أولاً) أنه ممكن تحقيق هذه المعادلة في الأجسام المرنة .

(ثانياً) أنه ممكن تحقيق هذه المعادلة في التربة الرملية تحت المنشأ

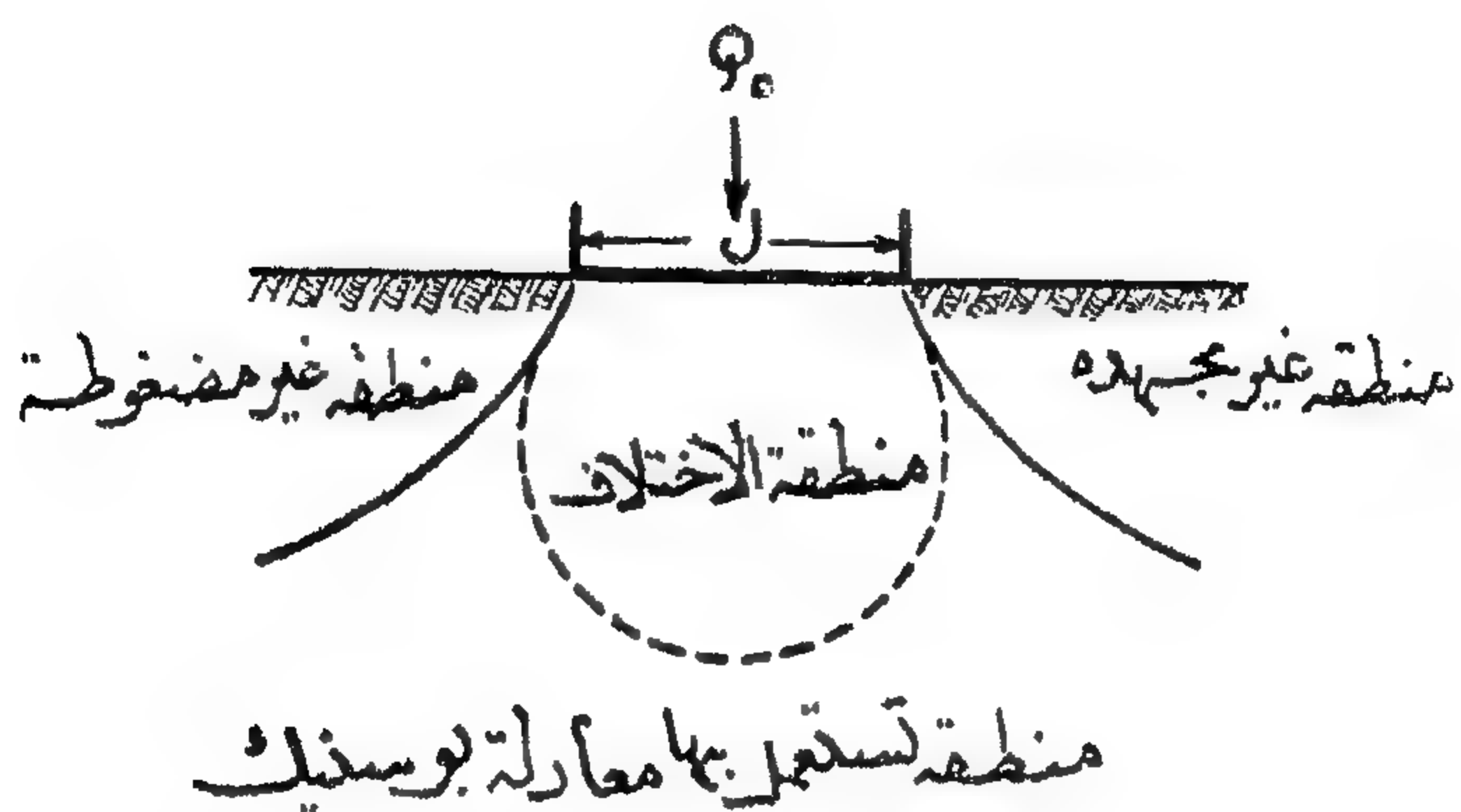


معادلات بوسنيك

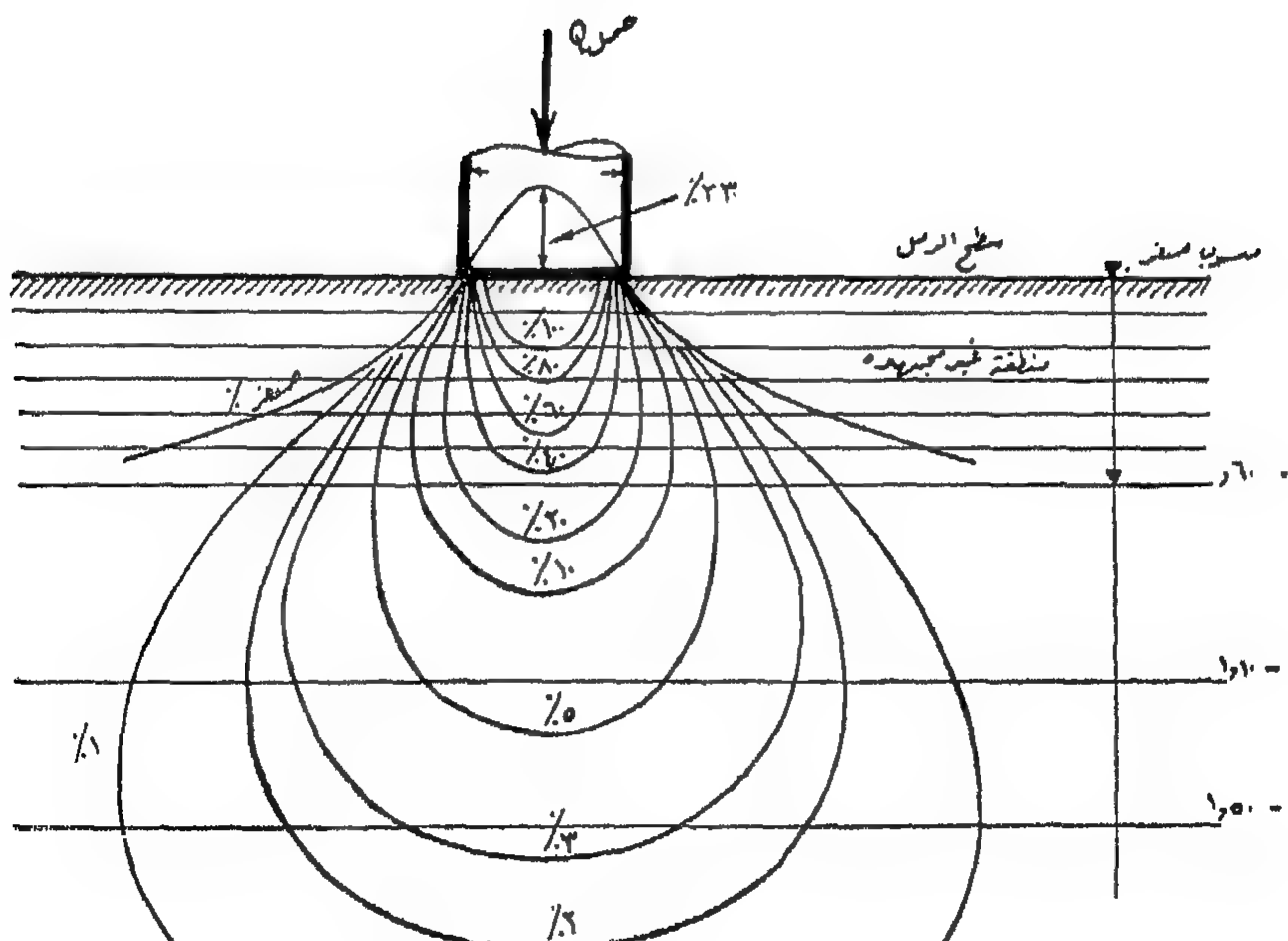
شكلا ٦



شكلا ٧



شكل ٨



توزيع الضغط في تربة رملية

شكل ٩

ما عدا المنطقة الواقعة تحت المنشأ مباشرة لعمق يتراوح من ٩٥ إلى ١٠٠ متر وسميت هذه المنطقة « منطقة الاختلاف » وأهم الأبحاث التي عملت في هذه الناحية أبحاث كوجلر وشيدك بألمانيا و أندريا وجوبر وهو جي بزوريخ بسويسرا وقد أثبتت هذه التجارب وجود منطقة خالية من الاجتهادات خارج قاعدة المنشأ ثم وجود « منطقة الاختلاف » ثم تحقيق معادلة بوسنسك في ما عدا هاتين المنطقتين وقد قام كوجلر وشيدك معاً باستنباط معادلة تصلح لايجاد الاجتهادات في منطقة الاختلاف من المعادلة التالية (انظر شكل ٨ ، شكل ٩) .

$$p_z = \frac{3Q_0}{2\pi z^2} \frac{(\cos. \varphi - \cot \varphi_0 \sin \varphi) \cos.^4 \varphi}{(1 - \cos \varphi_0)}$$

(ثالثاً) ان سبب وجود منطقة الاختلاف ناتج من امكان هروب الرمل أفقيًا تحت تأثير الضغط الرأسى فى الأجزاء العليا حيث الضغط الرأسى صغير فاذا ما وصلنا إلى طبقة أوطأ من سطح الأرض بنحو متر ونصف أصبح هروب الرمل أفقيًا ليس بالسهل نظراً للضغط الرأسى وبذلك نرى ان معادلة بوسنسك ممكنة التطبيق .

(رابعاً) يستنتج من التجارب التى عملت على التربة الرملية ان تطبيق معادلة بوسنسك ينتظر أن يكون تاماً فى التربة الطينية طالما أن ليس هناك تربة طينية مائعة ممكن أن تهرب أفقيًا .

وقد عملت عدة محاولات للقيام بتجارب على التربة الطينية ولكنها فشلت إذ أن مجرد وضع أجهزة قياس الضغط داخل التربة كاف لا يغير

معالم التربة ومقاومتها أما في حالة الرمل المكون من حبيبات منفردة قليلة التماسك فانه كان من السهل عمل تجارب تمثل حالة التربة كما هي .

وقد خطر في بال المحاضر بالنسبة للطمي الكبير الذي يحدث في أثناء الفيضان وبعد انتهائه في بعض الجهات وضع أجهزة خاصة في هذه المناطق أثناء انخفاض النيل ثم القيام بتجربة التربة بعد هبوط النيل ولو أن رواسب النهر أكثرها مواد رملية إلا أن مجرد مقارنتها بنتائج التربة الرملية البحتة كفيلا بالقاء بعض الضوء على ما يحدث في التربة الطينية التي يحكم طبيعتها قريية من فروض معادلة بوسنسك .

وقد عملت عدة معادلات على نماذج من الساوليد والأبونيت وعرضت لضغط ومررت في هذه النماذج أشعة قطبية polarised light فكانت النتيجة أن نتائج التجارب اتفقت مع هذه المعادلة اتفاقاً يكاد يكون تاماً ويضاف إلى ما تقدم أن التجارب التي عملت على منشآت حقيقية مقامة على تربة طينية والتي حسب هبوطها نظرياً بهذه المعادلة اتفقت إلى حد كبير مما جعل استعمال هذه المعادلة في التربة الطينية مؤدياً إلى نتائج حسنة .

(خامساً) أثبتت هذه التجارب بالصدفة نتائج أخرى هامة فيما يتعلق بتوزيع الضغط تحت المنشأ مباشرة تغاير ما يتبع في حساب هذا الضغط وملخص هذه النتائج أنه إذا كان الضغط تحت المنشأ مباشرة مقداره (١) كيلو على السنتيمتر المربع محسوباً من واقع الأحمال الحية والميتة الواقعة على قاعدة أساس المنشأ فان الضغط الحقيقي يختلف كل

الاختلاف عن هذا حسب نوع التربة ففي التربة الرملية يكون أقصى الضغط في منتصف القاعدة وقد يصل إلى « ١٣ » كيلو على الوحدة المربعة ويقل جداً عن « ١ » في أطراف المنشأ أما تحت التربة الطينية فيحدث العكس فإن أكبر الضغط تحت نهايات المنشأ وأقله في الوسط ولا يزال المجال متسعاً للقيام بأبحاث على منشآت مختلفة الشكل والمساحة لايجاد الاختلافات المتنوعة للضغط الواقع تحت المنشأ مباشرة . وهذا لا علاقة له بما سبق شرحه خاصاً بالطبقات من التربة الواقعة تحت هذا المستوى بكثير أو قليل .

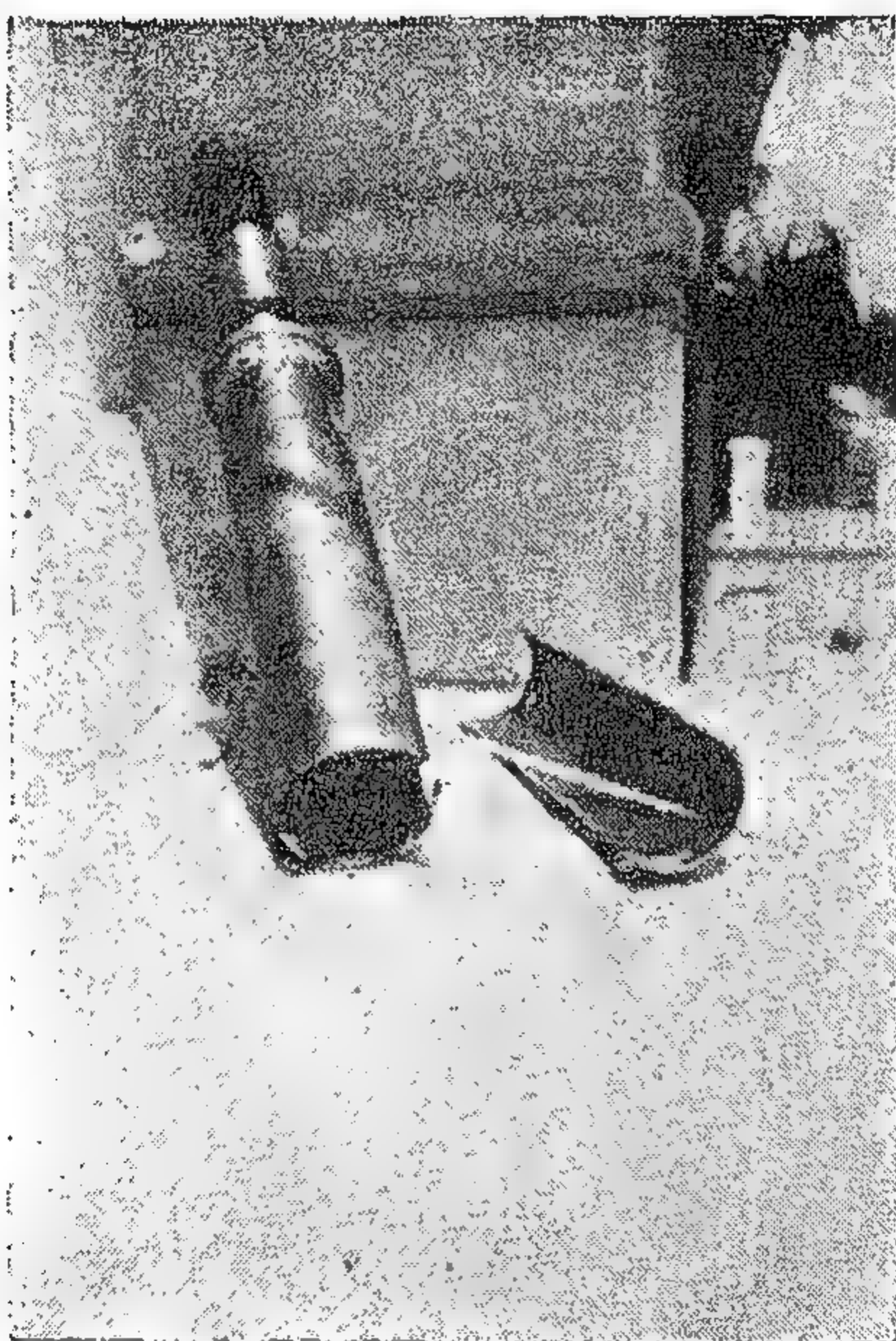
(٦) (سادمساً) أثبتت هذه التجارب أن المنشآت المقامة على خوازيق تختلف باختلاف مساحة قاعدة المنشأ فإذا كانت صغيرة ساعدت الخوازيق على توزيع الحمل على مساحة كبيرة أما إذا كانت المساحة كبيرة فإن الخوازيق لا تساعد كثيراً على ذلك إلا إذا استندت في نهاياتها على تربة كبيرة المقاومة وقد يحدث أن تنقل الخوازيق الحمل إلى أعماق كبيرة ولكن يصدف أن تكون هناك طبقات ضعيفة قليلة السمك لا يعنى بها المهندس وعند انتقال جزء من هذه الأحمال إلى هذه الطبقة مهما كان ذلك الجزء قليلاً تأخذ في الانضغاط أو في الهروب جانبياً وتسبب هبوط المنشأ ولذلك قد يكون استعمال الأساس المشترك الشبكي على عمق قليل من سطح التربة أكثر أمناً حيث لا يصل توزيع الاجتهادات إلى الطبقة الضعيفة كما لو استعملت خوازيق طويلة .

رابعاً — استخراج عينات من التربة

وطرق مراقبة تريبس المنشأ

لاستخراج عينات من التربة في حالتها الطبيعية تستعمل مواسير خاصة بطول ٤٠ سنتيمتر مقلوطة الى وصلات باطوال مختلفة وتنزل هذه المواسير الخاصة داخل ماسورة الدق العادية المستعملة الآن في استخراج عينات بواسطة البريمة أو خلافة فاذا كانت التربة متماسكة فالماسورة الخاصة عبارة عن ماسورة قطر ٤ بوصة لها حروف حادة وباعلاها بلف صغير وتكون ماسورة الدق العادية ٦ أو ٨ بوصة فاذا اريد استخراج عينة على منسوب من ١٢ الى ١١ر٦٠ تنزل ماسورة الدق العادية إلى منسوب ١٢ ثم ينزل الجهاز الخاص إلى منسوب ١٢ ويدق دقاً خفيفاً إلى منسوب ٦٠ ر ١١ ثم ترفع وصلاتها الى أعلى وتبقى بسبب البلف الموجود محتفظة بكل خواصها ولما كانت الماسورة الخاصة عبارة عن نصف ماسورة (شكل ١٠) فيمكن بكل سهولة استخراج العينة ثم دهانها حالا بفرشة عادية بخليط من السيرازين والبرافين المغلى لدرجة السيولة فاذا ما لمس العينية الباردة استحال الى طبقة رقيقة صلبة لا تنفذ من داخلها المياه ولا الهواء وتحتفظ بخواصها الحقيقية كما هي الى ان تجرب في المعمل وترون هنا عينات استخرجت من ثلاث شهور مغطاة بهذه المادة وعند قطعها بسكين تظهر كأنها استخرجت من لحظات وليس هناك أى تفاعل ما بين هذه المادة والتربة .

ولقياس هبوط المنشأ تبنى قطع نحاسية داخل المنشأ وسطحها الخارجى



شکل ۱۰

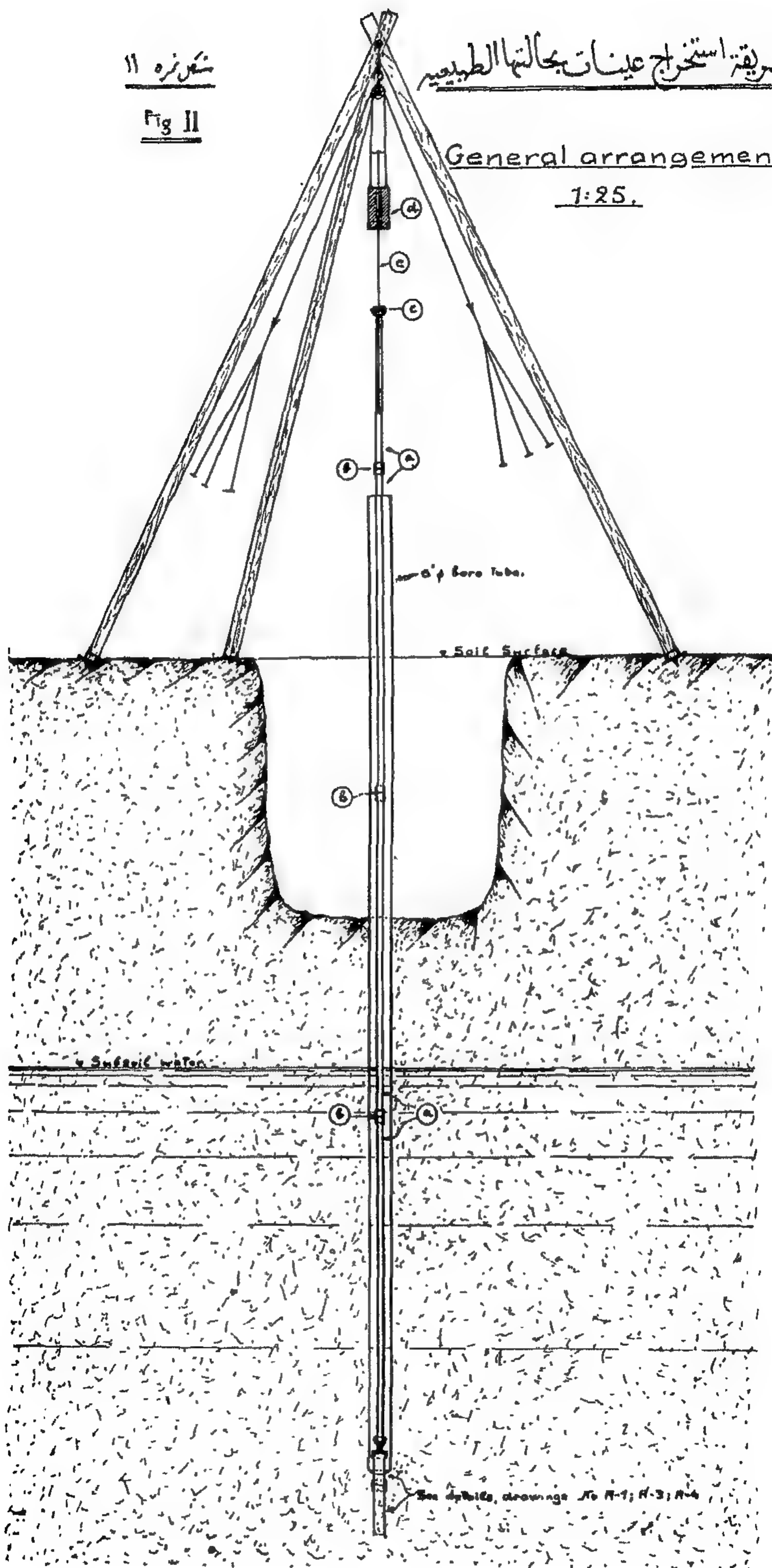
شعيره ۱۱

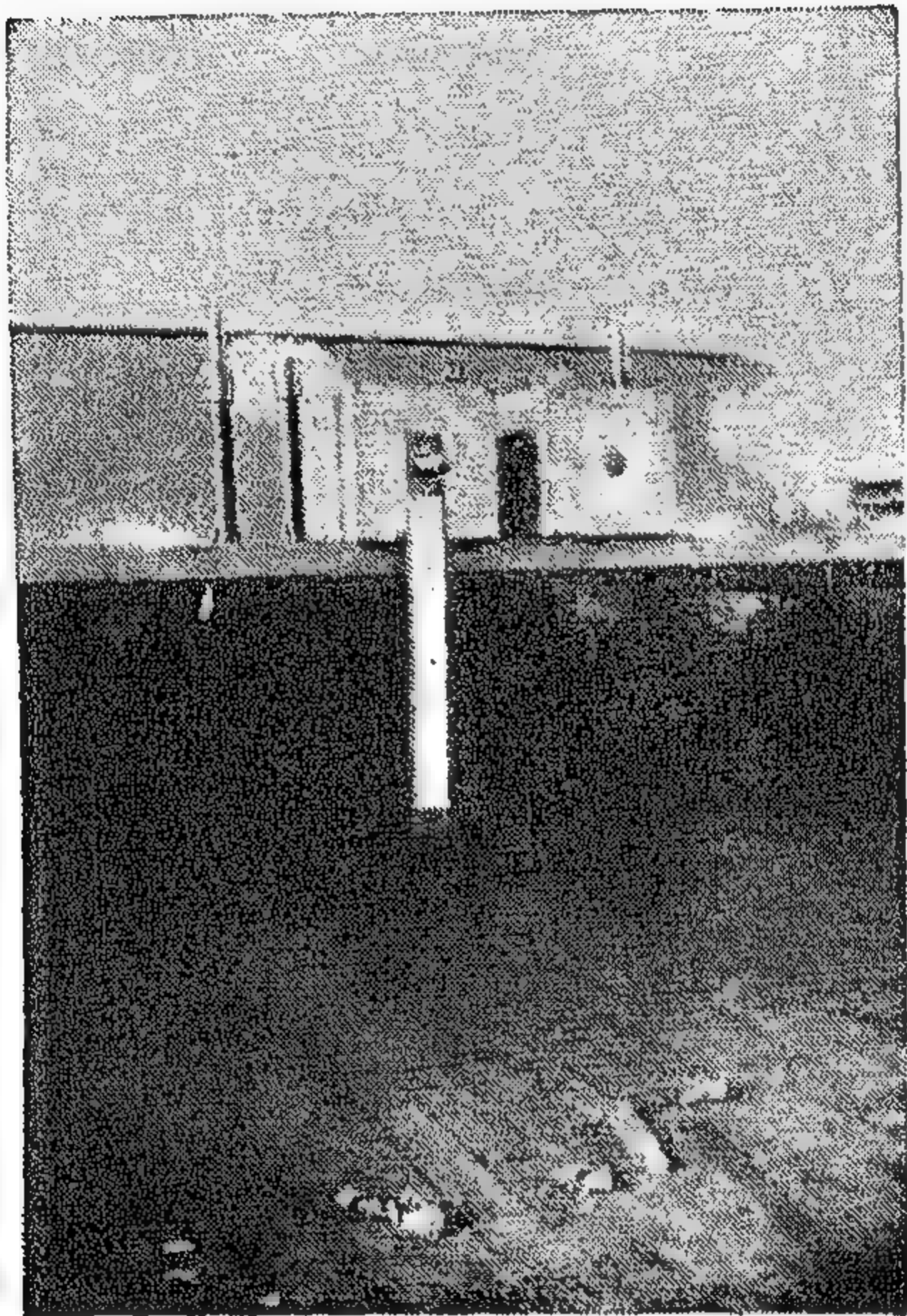
Fig II

طريقة استخراج عينات بحالتها الطبيعيه

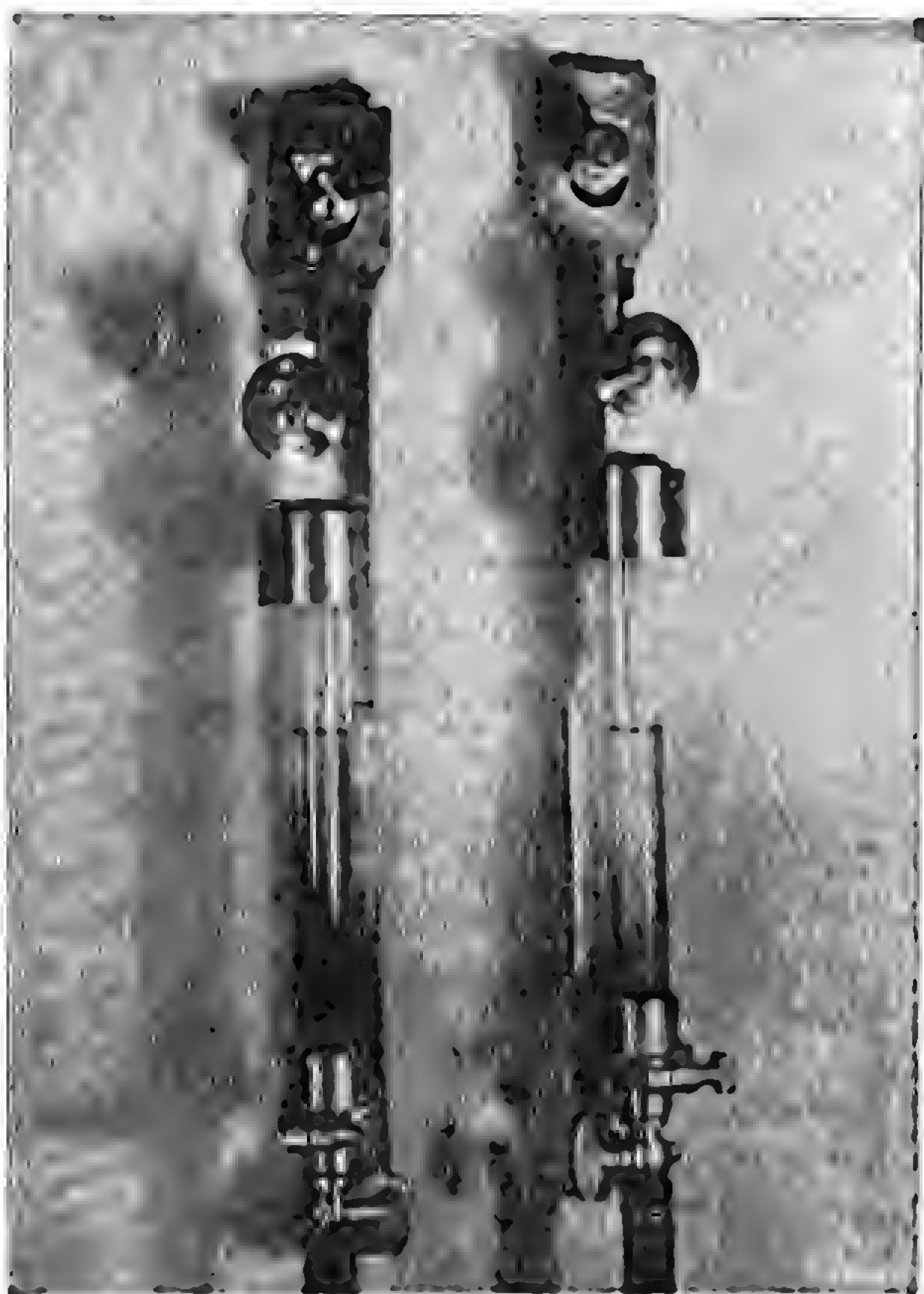
General arrangement.

1:25.





شکل ۱۱



نکال ۱۲

نمساواة سطحه الخارجى ولها غطاء مقلوظ وعند عمل ميزانيات دقيقة تستعمل قامة من « الدرايوم » مقسمة الى نصف ملليمتر وتعلق بواسطة اسطوانة صلب دقيق الصنع مقلوظه فى أحد طرفيها وتقلوظ داخل القطعة النحاسية بعد رفع غطائها بمفتاح خاص .

ولقياس تريبج أى نقطة فى داخل المنشأ مثلاً بالنسبة لنقطة خارجة ولسهولة عمل الميزانية بأقل عناء ممكن يستعان بميزان مائى دقيق شكل ١٢ لمقارنة تريبج نقطة بالنسبة لآخرى وهو يقرأ الى نصف ملليمتر أيضاً وعند تمام الميزانية تسحب الاسطوانة الصاب وتغطى القطع النحاسية جيداً وتقفلى الى حين عمل ميزانية تالية ولا بد من الاستعانة على الأقل بروبر واحد لا يتأثر بالهبوط ويعمل عليه « شيشنى » من حين لآخر

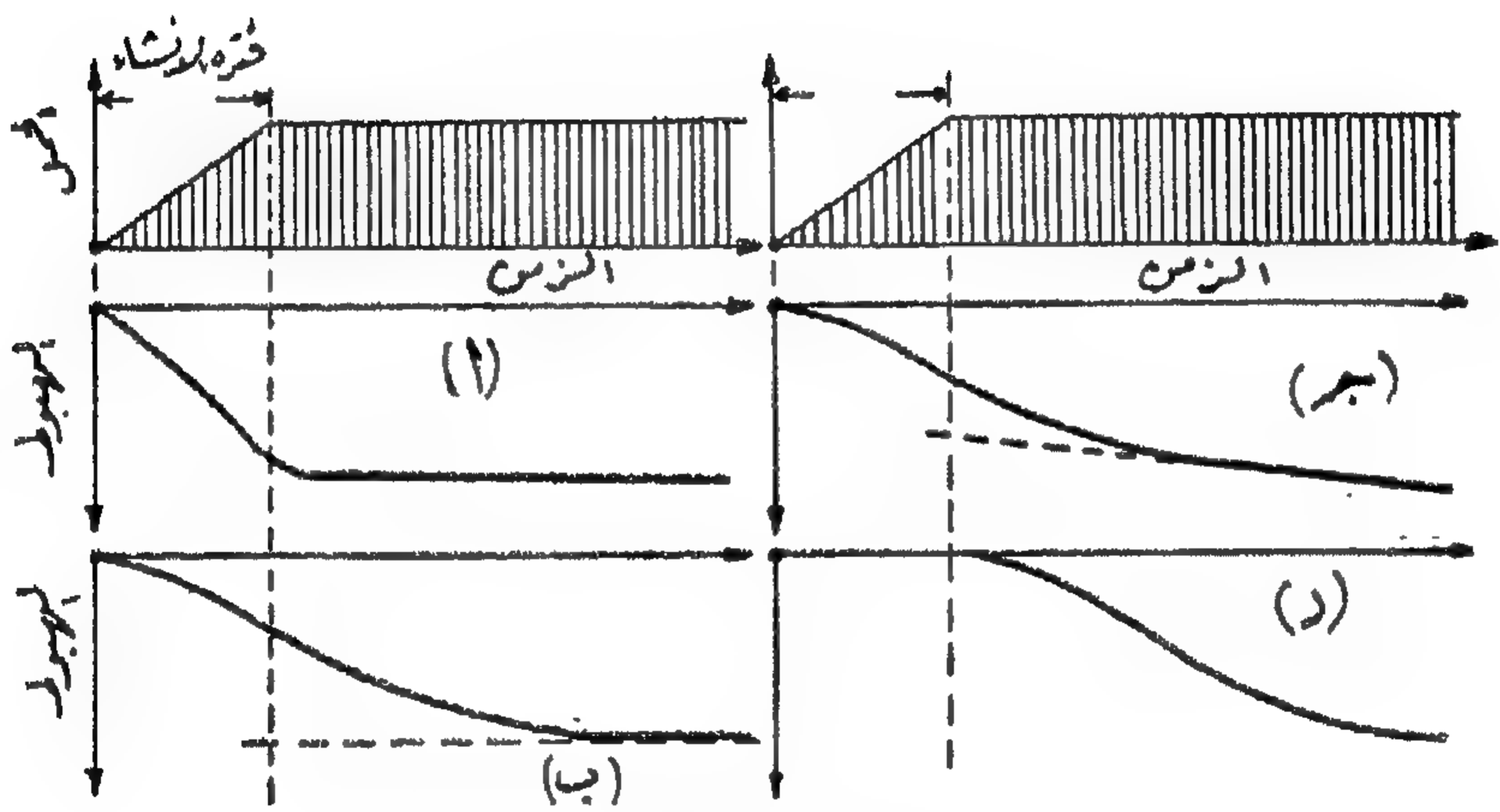
وقد قامت ورشة مدرسة الهندسة بعمل المواسير الخاصة والقطع النحاسية وتوابعها فجاءت مساوية للمستورد من الخارج أن لم تفضلها . ومن مزية استعمال هذه القطع النحاسية الصغيرة أنها لا تشوه شكل المباني الموضوعة فيها ومتى انتهت عملية الميزانية فيوضع الغطاء فى مكانه بحيث لا يسهل فتحه الا بمفتاح خاص .

خامساً — أمثلة من تطبيق الطرق الحديثة

على منشآت مقامة فعلاً

لكى يسهل « تشخيص » أنواع هبوط المنشآت تجد فى شكل ١٤ أربع أنواع من المنحنيات الهبوط — والزمن فيلاحظ أن المنحنى « ١ » يمثل

الهبوط والزمن المنشأ مقام على تربة رملية فتم المنشأ فان مقدار الهبوط يظل ثابتا باستمرار أى أن تدعيم التربة يتم بتمام المنشأ كما وضح ذلك فى ما سبق ويمثل المنحنى ب ٦ ح الهبوط والزمن المنشأ يقام على تربة طينية وهذا يجب أن نفرق بين سببين أساسيين من الهبوط أحدهما ناتج من تدعيم التربة والثانى ناتج من « هروب » طبقات ضعيفة منها هروبا جانبيا افقيا وقد تكون له محصلة رأسية أيضا فاذا فرضنا مثلا أن تربة طينية متماسكة تحتها على عمق ما تربة طينية ضعيفة أو « روبة » فان الطبقات المتماسكة تنضغط وأما الطبقات الضعيفة فتمت وصالت الاجهادات عليها الى حد ما — ويغلب أن يكون ذلك الحد صغيرا — فان هذه الطبقات تأخذ فى الهروب أفقيا من تحت المنشأ الى المناطق المجاورة وبالتالي تسبب هبوط المنشأ بسبب ذلك وقد يحدث أن يكون مقدار الهروب صغيرا وفى هذه الحالة يكون هبوط المنشأ ناتجا أغلبه من انضغاط التربة المتماسكة وعلى ذلك فى شكل ١٤ يمثل المنحنى ب الهبوط والزمن المنشأ مقام على تربة طينية كنتيجة لانضغاط الطبقات فقط (تدعيم التربة) ويلاحظ أن أغلب التدعيم يتم بعد تمام المنشأ بقليل ثم يصبح المنحنى موازيا لاحداثى الزمن أما المنحنى ج فيمثل هبوط المنشأ كنتيجة للهروب الجانبي ويلاحظ فى هذه الحالة أن هبوط المنشأ يستمر لزمن طويل قد يصل الى عدة سنوات كما ترى فى ما بعد ويمكن القول اذن انه اذا أخذ منشأ فى الهبوط واستطاعت أساساته مقاومة الاجهادات الناشئة من الهبوط فانه يمكن استنتاج نوع هبوطه من مقارنته بالمنحنيات ا ٦ ب ٦ ح



منحنىات الضغط

شعرة ١٤

ولم تعمل البحوث كامله للآن عن تأثير ارتفاع وهبوط مستوى الرشح في تدعيم التربة أو تأثيرها في التربة الآخذة في التدعيم تحت تأثير ضغط منشأ ما وأن كان مثال المحكمة المختلطة يوضح بأن سرعة هبوط المنشأ تزيد قليلا أثناء انخفاض المستوى ولكنه لا يمكن الجزم في هذه الحالة عما اذا كان ذلك من تأثير الانضغاط أو الهروب وسيعنى بمعمل اختبار التربة بالمدرسة بهذا الموضوع على وجه خاص لاهميته بمصر .

ويوضح المنحنى « د » مثالا من حالات قليلة الحدوث ولكنها سجلت ثبات المنشأ اثناء بنائه وبعد تمام ذلك بزمن ثم اخذه في الهبوط بعد ذلك ولم يمكن تعليل هذه الظاهرة للآن .

ولتقدير الهبوط النظرى تعمل تجارب على عينات من التربة تستخرج كل نصف متر أو كل متر حسب الظروف ثم يستخرج من التجارب التى تقام عليها معاملات التدعيم والاحتكاك والتماسك ومعامل قابلية التربة لمرور المياه ويحسب هبوط كل طبقة من هذه الطبقات كنتيجة للاجهادات المحسوبة بمعادلة بومنسك اثناء إقامة المنشأ وبعد اقامته ثم يراقب المنشأ لمعرفة هبوطه الفعلى ومتى عملت هذه التجارب على عدد كبير أصبح من الممكن ايجاد المعاملات التجريبية التى باستعمالها فى المعادلات النظرية تعطى نتائج عملية ويضاف الى ذلك أن يصبح فى مقدور المهندس أن يفهم ما يحدث فعلا فى التربة التى يقام عليها المنشأ فضلا عن امكان الاحتياط فى الحالات التى لا يكون ميل الطبقات أفقيا .

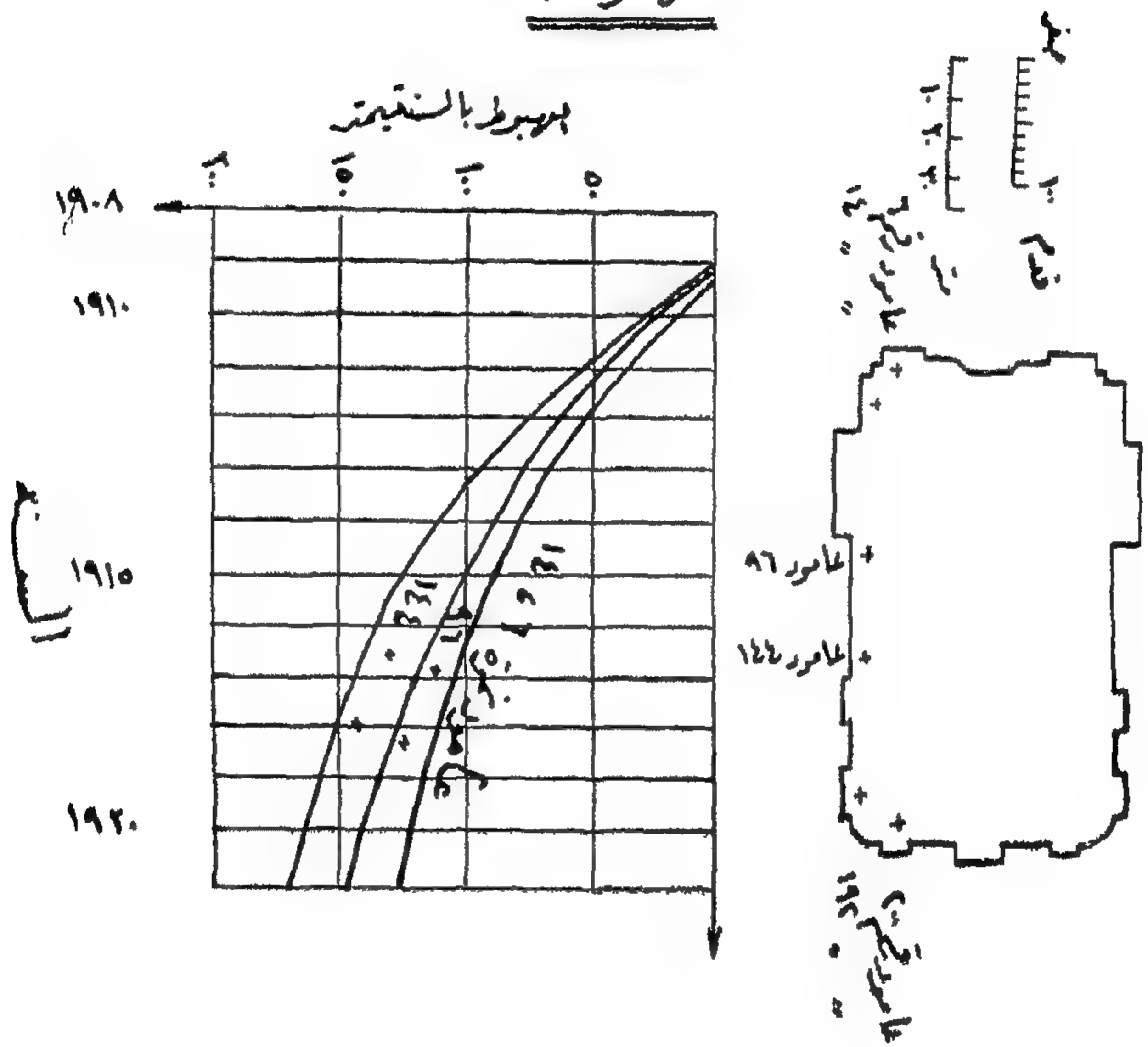
ومما يجب تأكيده فى هذه المرحلة من شرح هذا الموضوع أن هذه

الطرق الحديثة انما تصلح للتربة الطينية المكونة من ذرات رفيعة مشبعة بالمياه أما التربة الخالية منها والتي يمتلئ الفراغ بين ذرات التربة بالهواء فلم يتم بحث طريقة هبوطها بالضبط وأن كان معروفا أنها تشبه حالة التربة الرملية المعلوم أن هبوطها سريع ويتم بنهاية البناء ويلاحظ أن الموضوع ليس بهذه البساطة فالتربة الطينية تختلف في خواصها كثيرا واختبارها وتحديد معاملاتها يحتاجان الى دراسة مطولة وتجارب لبضعة سنوات حتى يمكن الجزم بمقاومتها للضغط الواقع عليها في كل حاله بدرجة كبيرة من الدقة وأن كانت المعلومات الحالية تعطى نتائج ذات قيمة عملية مهمة .

(أمثلة عملية)

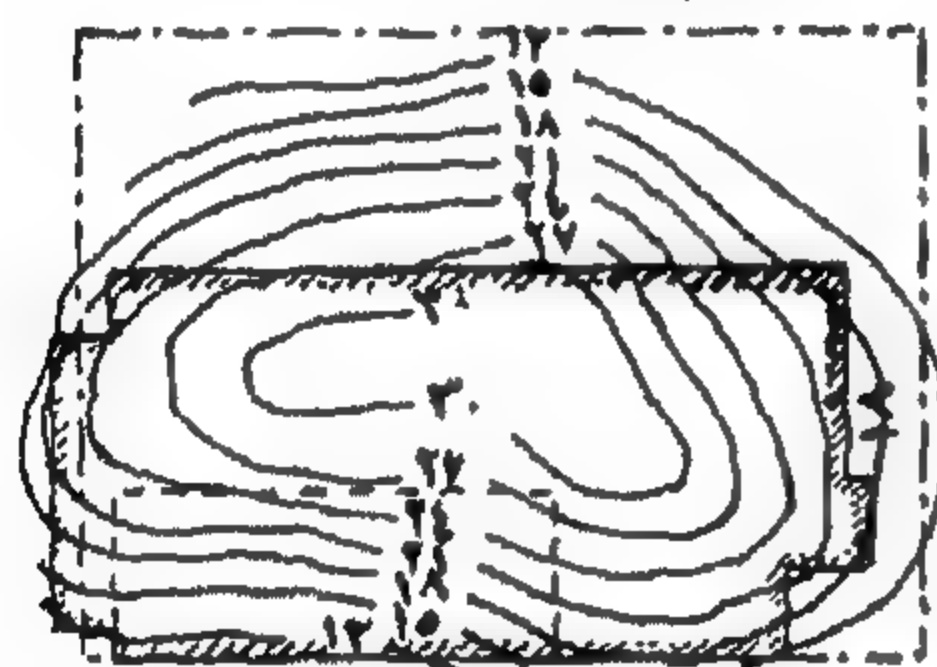
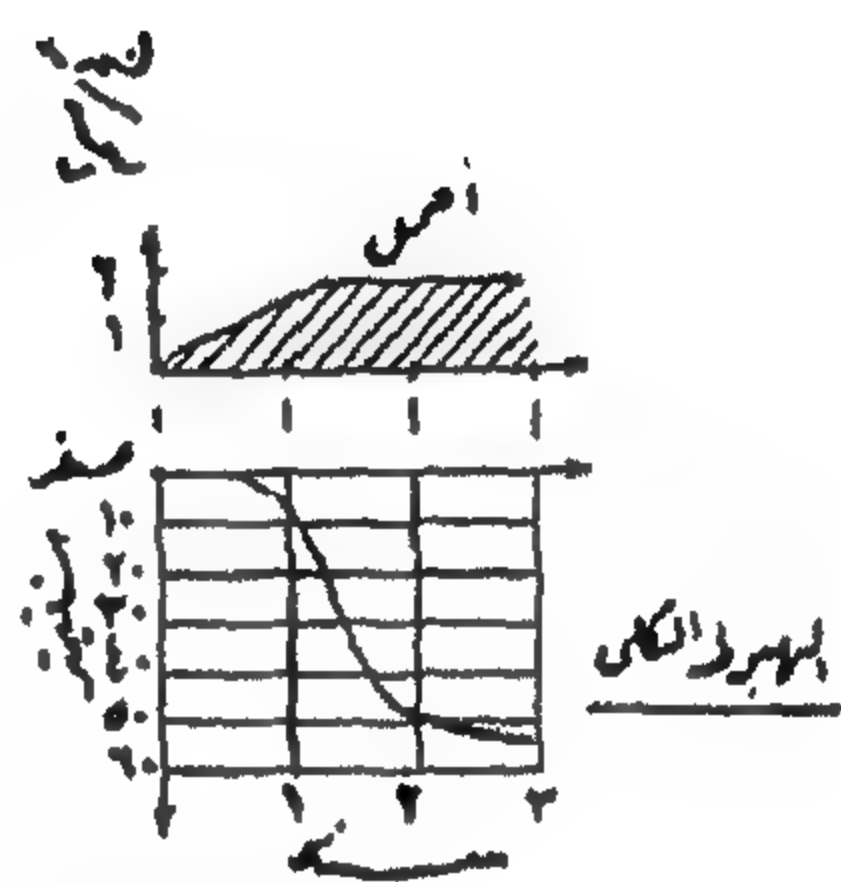
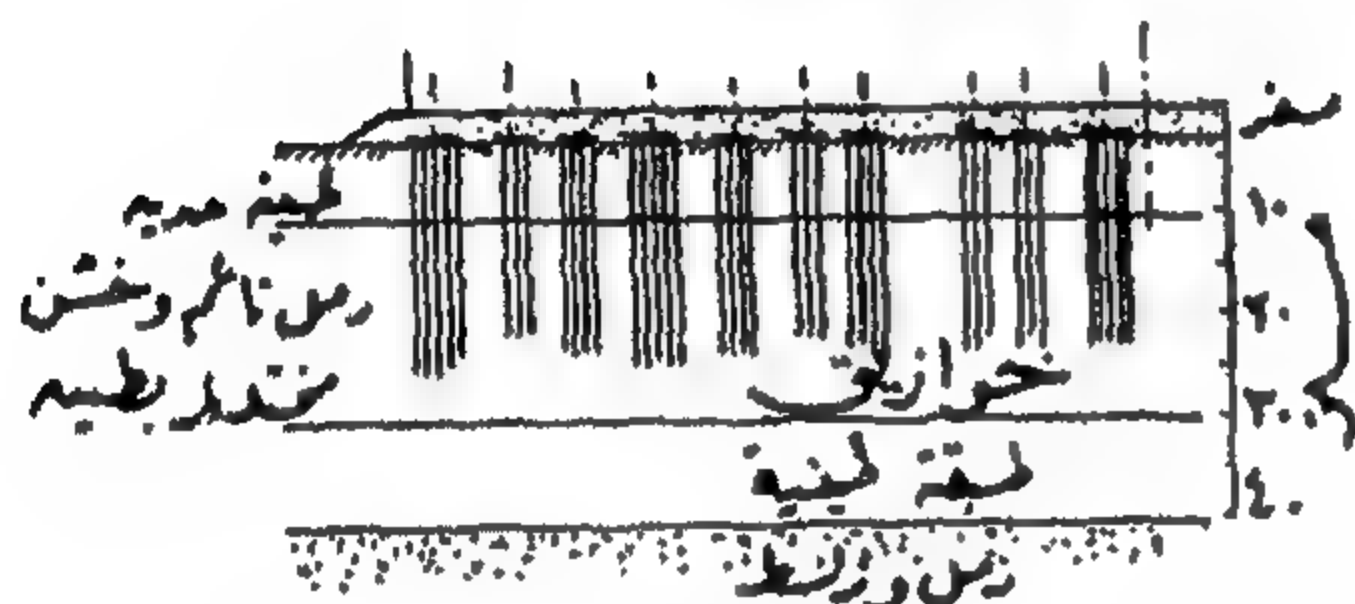
في شكل ١٥ مسقط أفقى لدار الاوبرا في مدينة المكسيك عاصمة المكسيك وقد بدىء بإنشائه سنة ١٩٠٨ ثم اخذ في الهبوط منذ سنة ١٩٠٩ حتى هذا التاريخ حتى وصل هبوطه الكلى في بعض اجزائه الى ١٥٠ سنتيمتر (متر ونصف) وهذه الدار مقامة على تربة أصلها من بقايا تراب جريق بركانى قديم وهى مشبعة بالمياه ولاكون هذه التربة لم يتم تدعيمها الطبيعى فإن انشاء هذه الدار على هذه الطبقة أدى الى هذا الهبوط العظيم ولما كانت هذه الطبقة ذات عمق كبير فان عمل خوازيق أو توسيع مساحة الاساسات ما كان ليمنع ما حدث فان الهبوط كان يحدث على كل حال وقد عملت حسابات نظرية لهبوط هذا المنشأ فجاءت متفقة مع الهبوط الفعلى اتفاقا حتى في التفاصيل الخاصة بخطوط كتطور الهبوط في اجزائه المختلفة وفي شكل ١٦ قطاع رأسى ومسقطين أفقين لبناء مصنع نحو ١٦٠

هبط دار الدبر بمدينة النسيه شكل نمرة ١٥



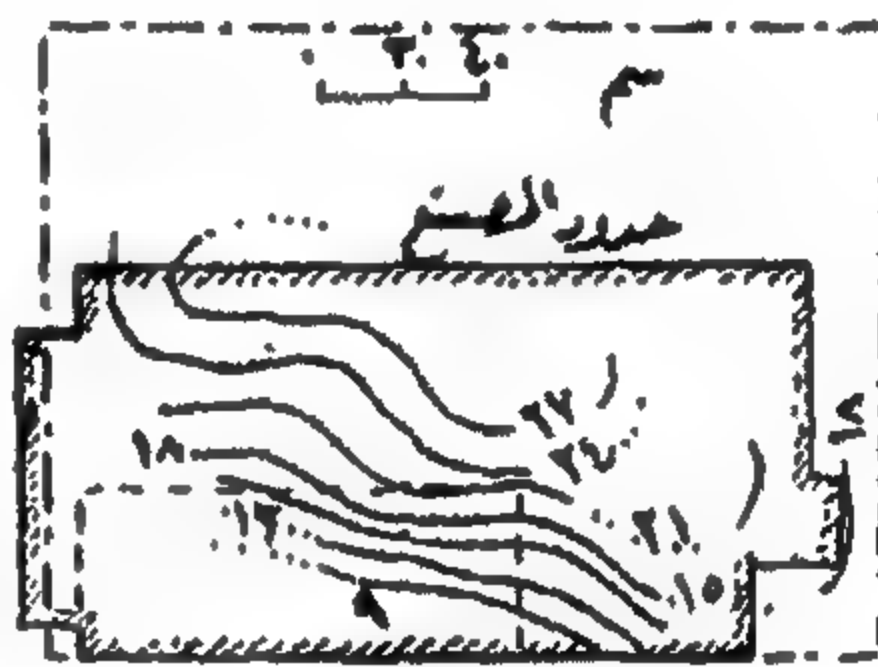
مخطط مصنع

شركة ١٦



خطوط كنتور الهرم بالسقيز محسوبة
خلال مهنة مشهور

(نظريا)



خطوط كنتور الهرم بالفتية خدود
مسبعة مشهور

(عمليا)

مسقط أفق للمصنع

متر \times ١٥٠ متر بنى على خوازيق طولها يتراوح ما بين ١٣ و ٢٥ متر وتبلغ قيمة الضغط تحت سطح المنشأ من ١٥ إلى ٢٥ كيلوجرام على السنتيمتر المربع وتكون التربة من طبقة من الطمي سمكها نحو عشرة أمتار تحتها طبقة من الرمل الحرش مختاطة بقليل من الطين وسمكها نحو اثنين وعشرين متراً وتحتها طبقة طينية سمكها نحو عشرة أمتار ويليهما تربة من الرمل الحرش والزلط وقد دقت الخوازيق حتى وصل أثر الدق فيها طبقاً لاحدى المعادلات المستعملة لهذا الغرض واخترقت الخوازيق طبقة الرمل الحرش العليا ولكن بمجرد تمام المنشأ أخذ في الهبوط طبقاً لخطوط الكنتور المبينة في الشكل وذلك لأن الطبقة الطينية الواقعة تحت هذه الطبقة أخذت في الانضغاط وقد قام الأستاذ ترزاكى بتحليل التربة وحساب الهبوط النظرى ويمكن مقارنة خطوط الكنتور النظرية والفعلية للتحقق من تقاربهما

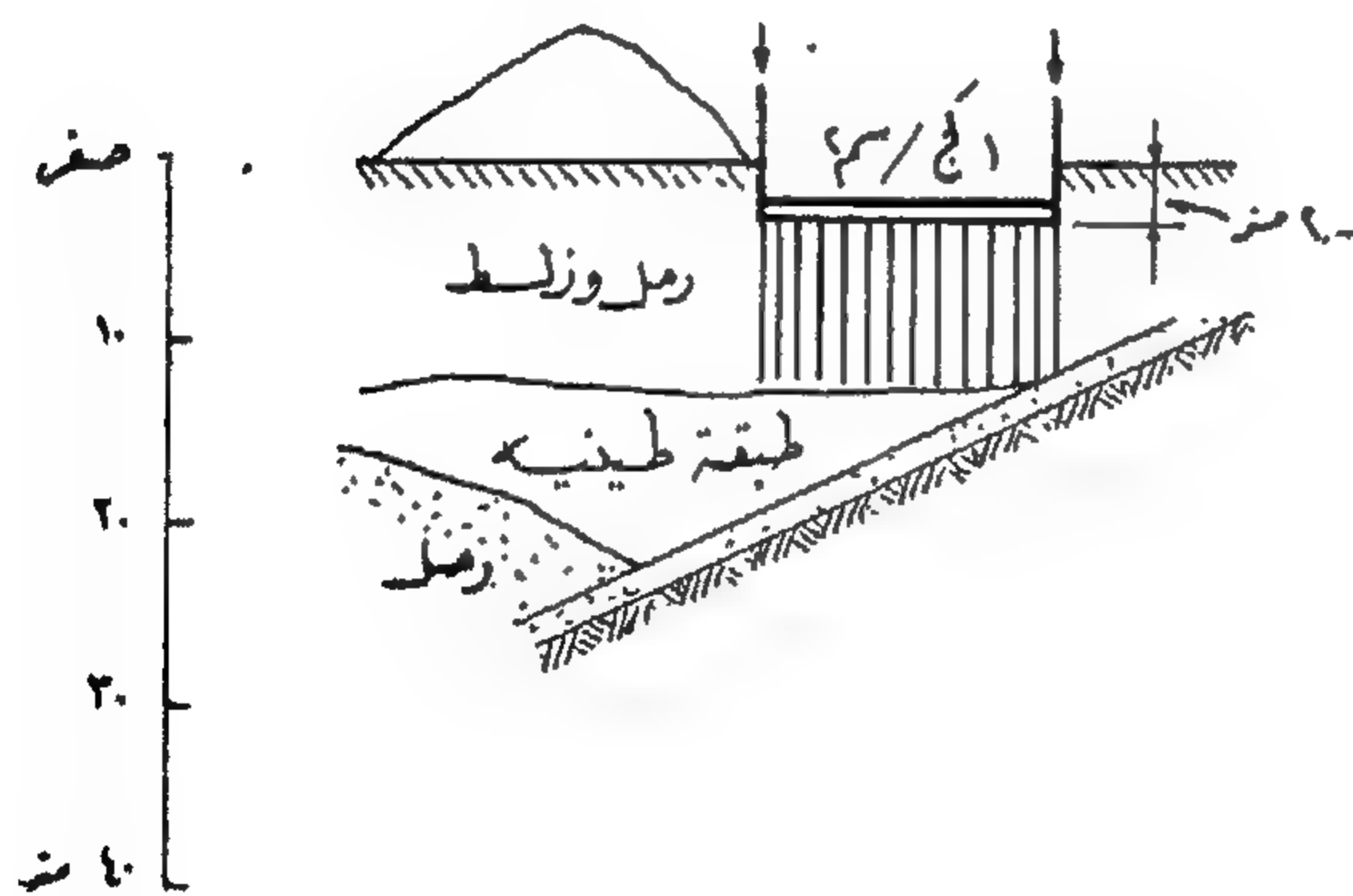
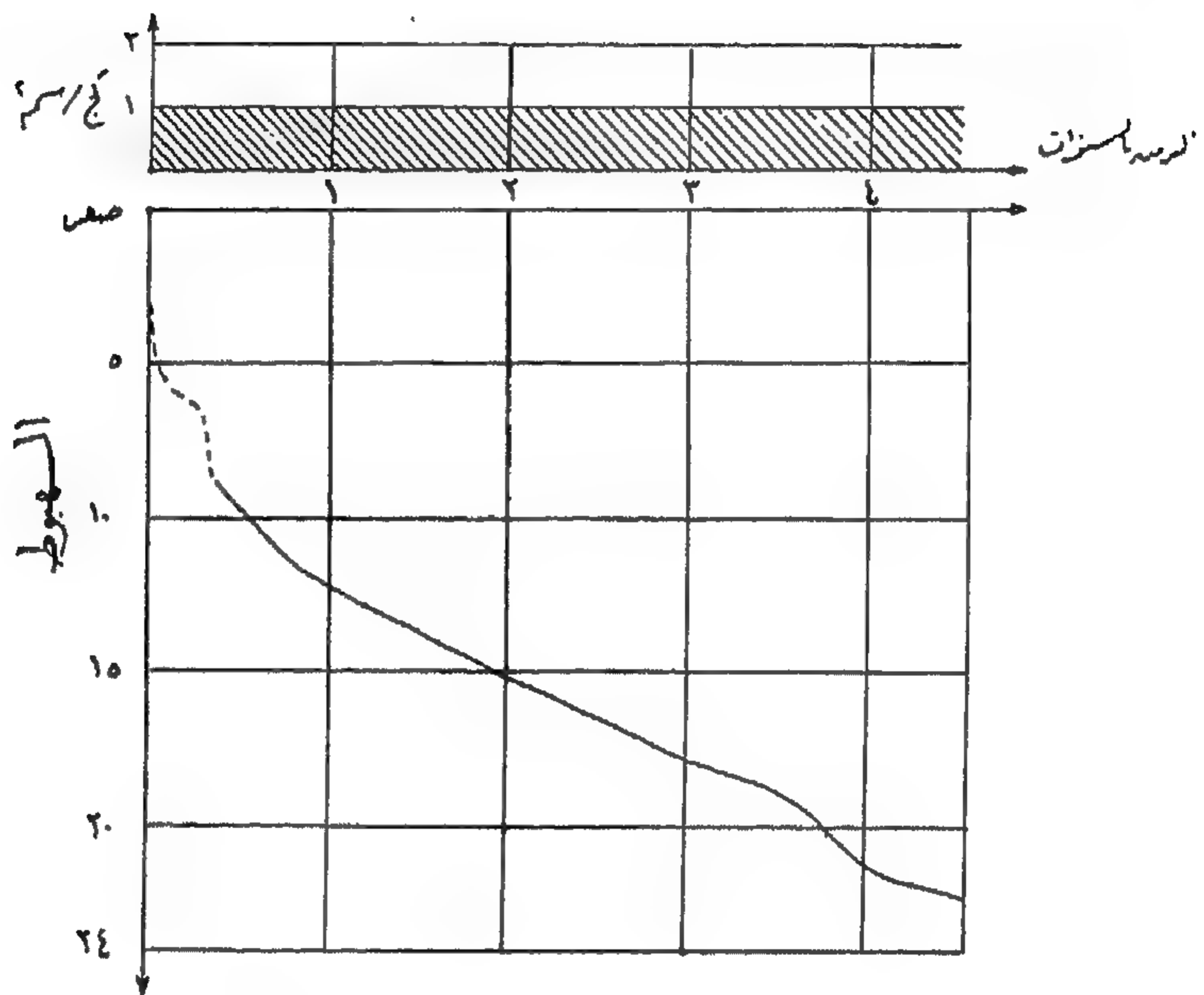
وفي شكل ١٧ منشأ أقيم على خوازيق اخترقت طبقة رملية قوية وقد كان دق الخوازيق صعباً واعتماداً على تحميل خوازيق تجريدية فردية اعتبر الأساس صالحاً ولكن بمجرد تمام المنشأ أخذ في الانضغاط السريع لأن طول الخازوق جعل مركز توزيع الحمل قريباً من الطبقة الطينية الواقعة تحت الطبقة الرملية وربما كان استعمال أساس شبكى على عمق غير كبير أكثر أمناً لأن إجهادات الضغط إذ ذاك على قاع الطبقة الرملية وبدء الطبقة الطينية كان يكون أقل من الترتيب الحالى ولم يقتصر الحال على انضغاط التربة وهبوط المنشأ السريع بل أخذ يميل إلى اليسار لانضغاط الطبقة الطينية بمقادير اختلفت لاختلاف سمكها وهنا يظهر خطأ الاعتماد

على تجربة الخوازيق الفردية

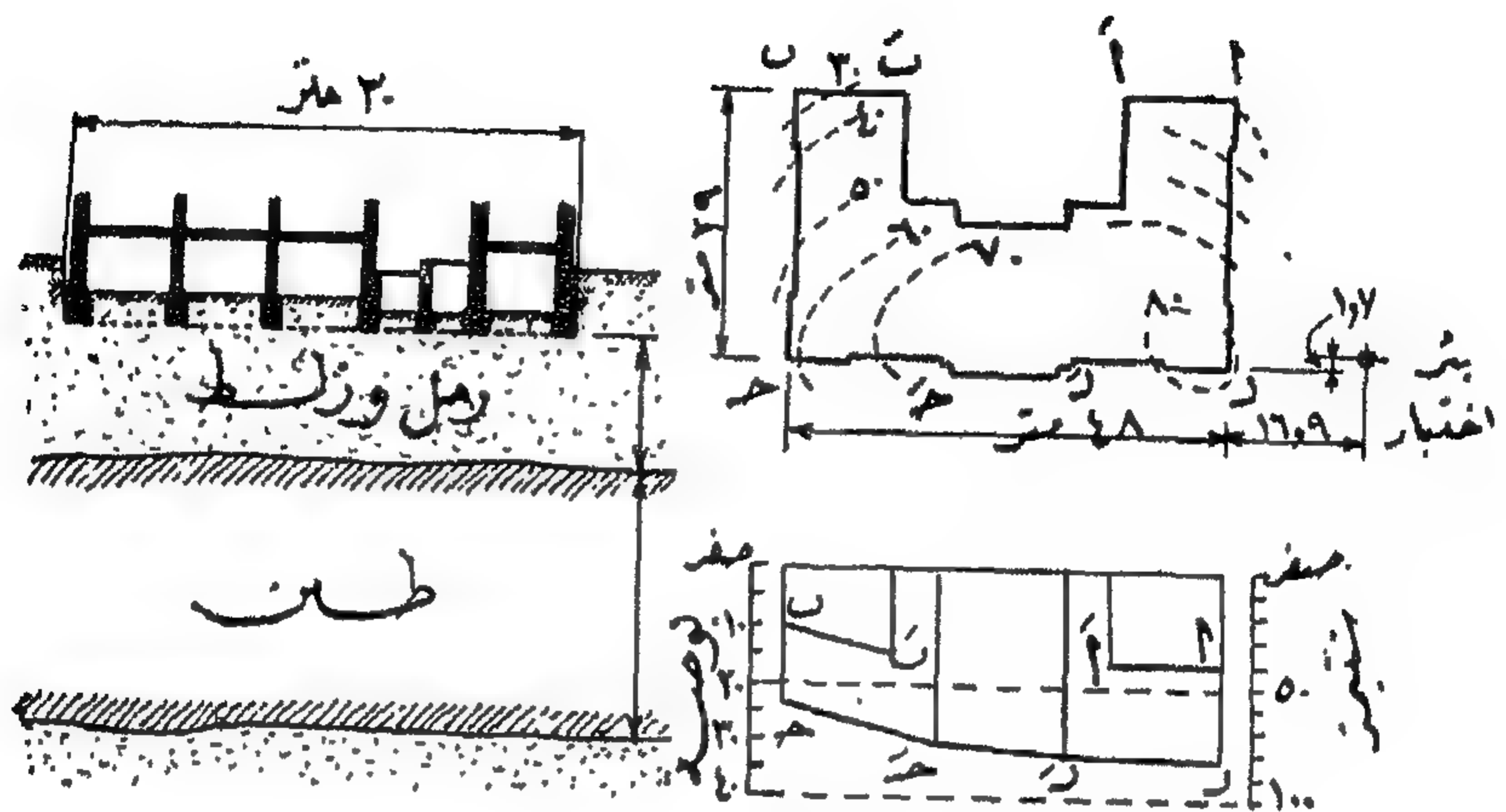
وشكل ١٨ يوضح منشأ أقيم على أساس شبكى مستمر بعرض من ٩٠ - ١٢٠ متر وتتكون التربة تحت المنشأ من طبقة من الرمل والزلط عمقها ٧ متر تحتها طبقة طينية ضعيفة سمكها ٧٥ متر وبعمل تجارب على سطح أساس المنشأ مساحتها ٣٠×٣٠ سنتيمتر وتحت ضغط ٤ كج على السنتيمتر المربع كان الهبوط بضعة ملليمترات ومع ذلك فإن هذا المنشأ ظل يهبط خلال الأربعين سنة الماضية بمقادير تتراوح ما بين ٣٠ و ٨٠ سنتيمتر ففي شكل ١٨ يبين الهبوط سنة ١٩٢٨ وهناك أيضاً يبين الهبوط منذ تاريخ الانشاء وسبب الهبوط انضغاط وهروب الطبقة الطينية السميكة مع وقوعها على عمق ٧ متر من السطح ومع أن الضغط لم يعتمد ١ كيلوجرام على السنتيمتر المربع

وقد قام الأستاذ ترزاكى بتحليل هذه الحالة سنة ١٩٣١ بأخذ عينات من بئر الاختبار المبينة إلى يمين البناء في المسقط الأفقى ويلاحظ الاتفاق العجيب بين الهبوط النظرى والهبوط الفعلى للنقطة (١) الهبوط النظرى مبين منقطاً بينما أن الهبوط الفعلى موضح بخطوط مستمرة (غير أن الاختلاف بين المنحنيين واقع فى الجزء الأخير منه فالتجارب تدل على أن الهبوط على وشك الانتهاء مع أنه لا يزال نحو ٨ ملليمترات فى السنة ويلاحظ أيضاً هبوط فجائى نحو سنة ١٩١٢ لم يكن تعليله إلا أنه قد يكون من أثر زلزلة .

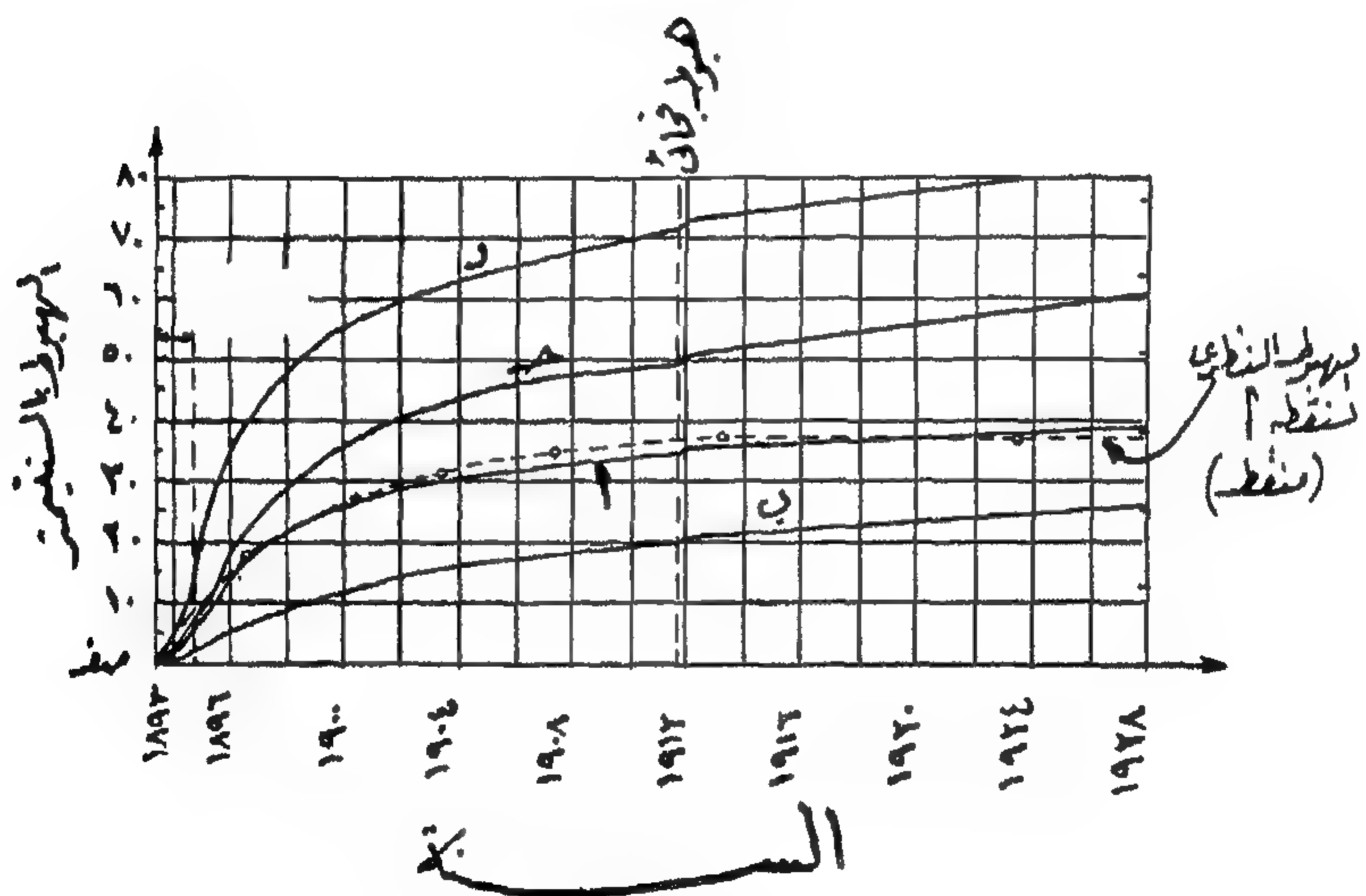
هبوط منشأ مقام على طبقة قوية بواسطة خوازيق لاتضغط طبقة ضعيفة تحتها



شكل رقم ١٧



شغل ۱۸



شغل ۱۸

سادسا — ملاحظات عامة وكلمة ختامية

يلاحظ مما تقدم أن هذه الطرق المستعملة الآن لاختبار التربة عاجزة عن مساعدة المهندس مساعدة تمكنه من الركون الى أساس المنشأ لأن هذه الطرق عرضة في كثير من الأحيان لاختطاء عديدة وقد سبق شرح كيف أن التجارب الفردية سواء على خوازيق أو على مساحات صغيرة لا تعطى نتائج يصح الاعتماد عليها وكيف أنها قد تضلل المهندس اذا طبق نتائجها على منشآت كبيرة المساحة وغير ذلك من العيوب .

ولما كان هذا الاتجاه الجديد خاصا بالتربة الطينية المشبعة بالمياه وكانت التربة بمصر جلها من هذا النوع كان من الواضح أن هذه الطرق الحديثة ذات قيمة عظيمة لدراسة موضوع أساس المنشآت بمصر دراسة علمية عملية تساعد المهندس مساعدة فعلية وتجعل حسابها حسابا يرتكز على فروض حقيقية عملية .

ولما كان ذلك يقتضى أن يقوم معمل اجحاث تربة الاساسات بتجارب عديدة على التربة المصرية فبديهي أن تعاون المصالح الهندسية بمصر هو الخطوة الاولى للوصول الى تلك الغاية سواء بالتصريح للمعمل أن يقوم باستخراج عينات من التربة المختلفة أو مراقبة ترييح هذه المنشآت .

وهذه المساعدة القيمة التي تستطيع المصالح الهندسية أن تسديها لهذا المعمل هي في نفس الوقت طريق للنهوض بموضوع الاساسات وسبيل لأن

تشتريك مصر مع غيرها من ممالك العالم في تقدم هذا العلم سيكون بلا شك موضع تقدير كبار رجال الهندسة في بلادنا ونرجو أن تكون ثمرة هذا التعاون أن تزدد معلوماتنا عن هذا الموضوع وهو أمر لا شك أن رجال الهندسة العمليين والمشتغلين بتدريسها يتعاونون على الوصول إليه انشاء الله :

ESEN-CPS-BK-0000000887-ESE

465153

